



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Statlig program for forurensningsovervåking
Rapportnr. 2776/2011

Miljøovervåking av sukkertare langs norskekysten (KYS) 2009 og 2010

TA
2776
2011

Utført av Norsk institutt for vannforskning i samarbeid med Havforskningsinstituttet





Statlig program for forurensningsovervåking

Miljøovervåking av sukkertare langs norskekysten.

SPFO-rapport: 1088/2011

TA-2776

ISBN 978-82-577-5870-7

Oppdragsgiver: Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)

Utførende institusjon: Norsk institutt for vannforskning NIVA

- **Årsrapport for 2009 og**
- **2010**

**Rapport
2776/11**

Miljøovervåking av sukkertare langs norskekysten (KYS).
Årsrapport for 2009 og 2010.



Utførende institusjoner:
Norsk Institutt for Vannforskning NIVA
Havforskningsinstituttet HI

Prosjektansvarlig: NIVA
NIVA-prosjektnummer.: 10299
NIVA-rapport: 6135-2011

Forord

Sukkertareovervåkingsprogrammet – ”Miljøovervåking av sukkertare langs kysten” er en oppfølging av Sukkertareprosjektet 2005-08 og ble startet i 2009 under Statlig program for forurensningsovervåking. Programmet ble utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i 2008 på oppdrag fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Programmet er et overvåkingsprogram for indre kystområder med fokus på sukkertare og omfatter hydrofysiske, hydrokjemiske og biologiske undersøkelser på hardbunn langs indre deler av kysten av Sør-Norge. Den hydrofysiske/-kjemiske delen av programmet utføres av NIVA og Havforskningsinstituttets forskningsstasjon Flødevigen i Arendal. De biologiske undersøkelsene utføres av NIVA. NIVA har også hovedansvaret for gjennomføring av prosjektet og utarbeidelse av rapportene.

Denne rapporten beskriver miljøtilstanden i 2009 og 2010.

Rapporten er skrevet av følgende personer (NIVA om ikke annet er angitt):

Klima, vannmasser og næringssalter: Lars Naustvoll (HI), Anna Birgitta Ledang og Birger Bjerkeng

Hardbunn: Kjell Magnus Norderhaug og Janne Gitmark

Redaktør for rapporten: Kjell Magnus Norderhaug

Mange mennesker har vært med og gjennomføringen av programmet hadde ikke vært mulig uten deres medvirkning. En spesiell takk rettes Lise Tveiten og Marijana Brkljacic for uvurderlig organisatorisk bistand. Også følgende personer har vært av stor betydning for gjennomføringen av programmet og alle takkes for innsatsen:

Hydrografi/kjemi: Terje Jåvold (HI), Kai Sørensen og Are Folkestad.

Hardbunn: Norman W. Green, Mats Walday og Camilla With Fagerli

Vi takker også Danmarks Miljøundersøkelser, Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut og Biologische Anstalt Helgoland for å kunne benytte deres hydrografidata fra Kattegat og Tyskebukta.

Kjell Magnus Norderhaug har vært leder av programmet i 2009 og 2010. Lars Naustvoll er prosjektansvarlig på HI og saksbehandler hos Klif var Pål Inge Hals.

Oslo, 16. mars 2011.



Kjell Magnus Norderhaug
Programleder

Innhold:

Sammendrag	5
Abstract	7
1. Innledning	9
1.1 Målsetting	9
1.2 Bakgrunn for programmet	9
1.3 Faginnhold og stasjonsnett	10
1.4 Metodikk	15
2. Klima og vannmassene i Skagerrak	16
2.1 NAO, lufttemperatur og nedbør	16
2.2 Vannmasser og sjøtemperatur	20
2.3 Lysforhold i vannet	29
2.4 Partikler i vannet	32
2.5 Sediment på bunnen	39
3. Tilførsler av næringsalter til indre kyst	41
4. Vannkvalitet i vannet på indre kyst	46
5. Tilstand for sukkertare og det øvrige hardbunnsamfunnet i indre områder	57
5.1 Sukkertarens biologi og utbredelse	57
5.2 Sukkertarens tilstand	58
5.3 Tilstand i hardbunnsamfunnet på indre kyst	68
6. Referanser	79

Sammendrag

Sukkertareovervåkingsprogrammet, "Miljøovervåking av sukkertare langs norskekysten" under Statlig program for forurensningsovervåking er et miljøovervåkingsprogram for indre kystområder med fokus på sukkertare.

Formålet med Sukkertareovervåkingsprogrammet er å

- gi oversikt over miljøtilstanden på utvalgte lokaliteter med sukkertare
- identifisere fra hvilke områder ulike partikkel- og næringssaltmengder kommer til stasjonene
- kartlegge endringer i påvirkningsfaktorene over tid
- tolke funnene på stasjonene mhp. viktige påvirkningsfaktorer som temperatur, næringsalter, partikler, lys osv. (årsak-virkning)
- dokumentere det biologiske mangfoldet på stasjonene.

Rapporten beskriver tilstanden til sukkertare og miljøstatus i kystvannet på indre kyst i Sør-Norge i 2009 og 2010. Rapporten omfatter fagområdene klima, næringssalter, vannkvalitet, plankton (klorofyll a) og biologisk mangfold på hardbunn (makroalger og -dyr).

Tilstanden for sukkertare på de undersøkte stasjonene var God til Dårlig i 2009 og Moderat i 2010 i Ytre Oslofjord og i Grenlandsområdet. På Sørlandet var tilstanden God til Dårlig i 2009 og 2010, og generelt dårligere enn i resten av overvåkingsområdet. På Sør-Vestlandet var tilstanden God til Moderat i 2009 og Moderat i 2010 og på Vestlandet var tilstanden Moderat til God i 2009 (ikke overvåket i 2010). Helt siden regimeskiftet på 1990-tallet, med endring fra sukkertaredominert bunn til trådalgedominert bunn, har tilstanden for sukkertare generelt sett vært dårlig på indre kyst i Skagerrak og deler av Vestlandskysten. Tilstanden for sukkertare på indre kyst er generelt den samme eller marginalt bedret siden sukkertareprosjektets siste undersøkelser ble gjennomført i 2008. To kalde år på rad uten høye sommertemperaturer kan ha bidratt positivt til dette. I tillegg var vinteren kald og tørr i 2010 og lite avrenning fra land tidlig på året kan ha vært positivt for spiresuksessen for sukkertaren. Det ble registrert lavere rekruttering i 2009 enn i 2010. Dette kan være et resultat av at registreringen ble utført senere på sommeren i 2009, men det er verdt å merke seg at stasjonene med mest registrert sediment i 2009 var også de med lavest rekruttering av tare.

Det biologiske mangfoldet var lavere i indre kyst på Sørlandet enn i indre deler av Ytre Oslofjord og på Vestlandet, med lavere antall arter og større dominans av trådformede alger på Sørlandet enn i de andre områdene. Mulige årsaker til det lavere biologiske mangfoldet på Sørlandet inkluderer at den habitatbyggende sukkertaren er redusert, perioder med svært kaldt vann (under tålegrensen) for mange arter om vinteren, kraftig og tidlig våroppblomstring av plankton kan ha resultert i dårlig vannkvalitet samt at dårlige oksygenforhold i forbindelse med vannutskiftning om høsten kan ha virket negativt på bunndyr.

I 2009 var NAO-klimaindeksen svakt negativ og i 2010 sterkt negativ. Det ga temperaturer under normalt for store deler av Sør-Norge, med spesielt store avvik for sentrale deler av Vestlandet. På Vestlandet var det også mindre nedbør enn normalt, mens resten av Sør-Norge hadde mindre avvik fra normal nedbørmengde. I vintermånedene januar, februar og en kort periode i desember i 2010 var temperaturen godt under gjennomsnittet for denne perioden og med temperaturer under 0 °C i sjøen i Ytre Oslofjord og på Sørlandet. Temperatursonder som er satt ut på dykkerstasjonene viser det samme bildet. I perioden fra midten av januar til midten av februar var det lave temperaturer, periodevis under null grader på 8 meters dyp.

Temperaturer under 0 °C kan overskride tålegrensen for mange organismer. I sommermånedene juli og august lå overflatetemperaturene omkring 18 °C, både ved Flødevigen og i Ytre Oslofjord. Dette er under det som antas å være kritisk høy temperatur for sukkertare.

For alle stasjonene i Skagerrak var det i 2010 en våroppblomstring av planktonalger fra slutten av januar og til februar. Dette er betydelig tidligere enn normalt og kan ha redusert vannkvaliteten tidlig på året når alger på bunnen spirer. Planteplanktonproduksjonen i sommerperioden var omtrent på samme nivå i 2009 og 2010. Ingen av lokalitetene hadde en markant høstoppblomstring, bortsett fra i Nordfjorden ved Risør hvor det ble registrert en kraftig oppblomstring i november.

Det ble registrert mer sediment på bunnen i Skagerrak enn på Vestlandet, og de stasjonene som ligger mest beskyttet var generelt mer dekket av sediment enn stasjoner lengre ut. Det er tidligere vist at sediment som dekker bunnen kan svekke eller hindre sukkertaren fra å bunnslå og spire. Det ble registrert mer sediment i august 2009 enn i juni 2010, men dette er mest sannsynlig et resultat av at registreringene i 2009 ble gjort senere på sommeren enn i 2010.

Den totale vannføringen i Glomma avvek i 2010 lite fra normalen, men var mindre enn i 2009. Vårflommen uteble og fjellflommen startet i juni med varighet ut i oktober. På Vestlandet var vannføringen lav vinterstid. Årlig tilførsel av Tot-N, Tot-P og Tot-C gikk noe ned i 2010 sammenlignet med 2009, med unntak av Glomma hvor tilførselen var som i 2009. Langtransporterte tilførsler av næringssalter til den norske kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert de siste årene.

Klassifiseringen av vannkvalitet basert på næringssalter viser at de fleste stasjonene kommer ut i tilstandsklasse I eller II (meget god eller god). Eneste stasjon som skiller seg fra dette er Breviksfjorden som plasseres i tilstandsklasse III (mindre god) i sommerklassifiseringen både i 2009 og 2010. Klassifiseringen ved bruk av siktdyp varierer fra tilstandsklasse IV (dårlig, Breviksfjorden) til I (meget god, Topdalsfjorden 2009 og Hidlefjorden). En episode med vannutskiftning i Skagerrak på vinteren 2009-2010 resulterte i økte næringsalt-konsentrasjoner i første halvdel av året. I løpet av høst og tidlig vinter 2009 økte mengden nitrogen og fosfat i overflatelaget.

Klassifiseringen basert på oksygenkonsentrasjon i bunnvannet viser til dels dårlig tilstand men stor variasjon mellom stasjonene (klasse II til V) og mellom årene for enkelte stasjoner. Lengre perioder med dårlige oksygenforhold kan virke negativt på bunndyrsamfunn, men vil ikke påvirke dyr over terskeldyp direkte. I forbindelse med vannutskiftning kan imidlertid også dyr på grunnere dyp bli eksponert for vann med lavt oksygenivå når det nye vannet presser det gamle bunnvannet oppover.

Størst endringer i bunnsamfunnene fra 2009 til 2010 var det på Sørlandet. Særlig var det en økning i forekomstene av vannfiltrerende kolonidannende dyr og en minkning i forekomstene av rovdyr. Lavere registrert biologisk mangfold på Sørlandet kan enten ha vært forårsaket av at undersøkelser ble gjennomført senere på sommeren i 2009 enn 2010 (årstidsvariasjon), eller av dårligere forhold. Fremtidig overvåking vil kunne gi svar på dette.

Abstract

This report for the Norwegian Sugar kelp Monitoring Programme, describes the environmental status on inner coastal areas in South Norway, and has a particular focus on sugar kelp. Topics described in the report include climate, nutrients, water quality and biodiversity in the hard bottom community (macroalgae and -fauna).

The aims of the program are to

- give an overview of the environmental status at selected sugar kelp localities
- identify important nutrient inputs to the stations
- describe temporal changes in nutrient concentrations
- describe effects of nutrients on the status and development on sugar kelp and in the hard bottom community
- describe the biodiversity and possible changes in biodiversity.

The status of sugar kelp at the monitored stations was Good to Poor in 2009 and Moderate in 2010 in the outer Oslo fjord and Grenland. On the South coast, the status was Good to Poor in 2009 and 2010, and the status was generally the poorest in the monitored area. On the SW coast, the status was Good to Moderate in 2009 and Moderate in 2010. On the W coast, the status was Moderate to Good in 2009 (not monitored in 2010). The status has generally been poor since a major regime shift in the shallow water ecosystem induced a shift from sugar kelp dominated to opportunistic, annual algae dominated communities on inner parts of Skagerrak and parts of the W Coast in the 1990s. The status in 2009 and 2010 was generally similar or slightly improved since the Sugar Kelp Project was ended in 2008. Two cold years without critically high summer temperatures may have affected the sugar kelp positively. Also, since the winter in 2010 was cold and dry, resulting in small run-off from land, the recruitment success of sugar kelp may have increased. The recruitment of sugar kelp was smaller in 2009 compared to 2010. This may result from seasonal differences and because the monitoring took place later in 2009 than 2010, but it should be noted that lowest recruitment was registered at stations with highest sediment cover.

The diversity in the hard bottom communities on inner, sheltered parts of the S Coast was lower than the recorded diversity on inner coast in Outer Oslo fjord and on the W Coast, with lower numbers of species and higher dominance of opportunistic algae on the S Coast compared to the other areas. Possible causes to the low diversity includes reduction of the habitat forming species (sugar kelp), periods of very low water temperatures (below tolerance) to many species during winter, intense and early phytoplankton spring bloom may have resulted in poor water quality, and poor oxygen conditions in connection to deep water replacement during Autumn may have affected benthic fauna negatively.

In 2009, the NAO index was negative and in 2010 strongly negative during the winter, resulting in lower than average temperatures in South Norway. The precipitation was lower than normal on the West Coast, while the precipitation was normal in the rest of S Norway. During the winter 2010 (January and February), there were episodes with very low water temperatures on inner coast in the Outer Oslo fjord and on the S coast. Temperature gauges from the diving stations confirms that temperatures from mid January to mid February in periods were below 0 degrees at 8 m depth on the South coast. Such low temperatures may be critical for a number of benthic organisms. The recorded surface temperature during summer (July and August), were approximately 18 degrees at Flødevigen research station and in Outer Oslo fjord, i.e. not critically high for sugar kelp.

The spring bloom in Skagerrak started late in January, which is as early. The early spring bloom may have reduced the water quality early in the year when benthic algae germinate. The plankton production level was approximately similar in 2009 and 2010. There was no pronounced autumn bloom at any station. In the Nordfjord, Risør a significant bloom was however recorded in November 2010.

Generally, more sediment cover was recorded on the hard bottom localities in the Skagerrak than on the W Coast, and there were more sediment cover at sheltered than wave exposed stations. It has earlier been shown that sediment cover on the sea floor may prevent sugar kelp from settling and germinating. More sediment was recorded in August 2009 than in June 2010. This is most likely a consequence of later sampling in 2009 than in 2010.

Overall, the flow rate from River Glomma was lower in 2010 than in 2009. No pronounced spring flood was recorded and the rate of melting water from the mountains increased from June to October. On the West coast the river flow rates were generally low. The river discharges of Tot-N, Tot-P and Tot-C were reduced from 2009 to 2010. The transport of nutrients from the southern North Sea to the Norwegian coast has been reduced during the last years.

The status is classified as Good to High when the stations are classified according to nutrient levels, while the Breivik fjord is classified as III (Poor). When classified according to Secchi depth, the status varies from Bad (Breivik fjord) to High (Topdal fjord, 2009). An episode of water exchange in intermediate and deep layers during winter 2009-2010 resulted in increased nutrient concentrations in the surface waters during winter and spring 2010.

Classification according to oxygen levels were frequently poor, but vary much between stations and years. Longer periods with poor oxygen conditions may affect benthic communities negatively, but is not affecting communities above the sill directly. However, during deep water exchange, animals on shallow depth may also have been exposed to oxygen poor water, when deep water is forced upwards in the water column.

Largest changes in the benthic communities were also found on the S Coast, mainly due to increase in the occurrence of colonial filter feeders, and a reduction in predators and omnivores. The reason for these observations may be the later sampling period in the summer 2009 compared to 2010, rather than changed environmental conditions.

1. Innledning

Sukkertareovervåkingsprogrammet ble startet i 2009 og er administrert og finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) gjennom Statlig program for forurensningsovervåking. Programmet ledes av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) og utføres av NIVA i samarbeid med Havforskningsinstituttet (HI). Resultater fra Sukkertareovervåkingsprogrammet rapporteres til ICES som del av Norges forpliktelser innen OSPAR. Arbeidet er forankret i miljømyndighetenes miljøpolitikk og resultatmål for rent hav (St.meld. nr. 26 (2006-2007)).

Omfattende sukkertaredød ble først dokumentert av forskere fra NIVA og Universitet i Oslo og undersøkt gjennom et pilotprosjekt i 2004. Da foregikk det ikke overvåking i indre kystområder men bl.a. en tidligere undersøkt Kystovervåkningsstasjon, der sukkertare hadde dominert tidligere, var sentral i dokumentasjonsarbeidet.

Dette overvåkingsprogrammet er en oppfølging av Klif og DN's Sukkertareprosjekt som ble gjennomført 2005-08. Gjennom Sukkertareprosjektet arbeidet NIVA i samarbeid med HI, Meteorologisk institutt, Bioforsk, Agder naturmuseum, Nansensenteret og Universitetene i Oslo og Bergen med å kartlegge omfanget av fenomenet og finne årsakssammenhenger.

1.1 Målsetting

Formålet med Sukkertareovervåkingsprogrammet er å:

- gi oversikt over miljøtilstanden på utvalgte sukkertarelokaliteter.
- identifisere fra hvilke områder ulike partikkel- og næringssaltmengder kommer til stasjonene
- kartlegge endringer i påvirkningsfaktorene over tid
- kunne tolke funnene på stasjonene mhp. viktige påvirkningsfaktorer som temperatur, næringsalter, partikler, lys osv. (årsak-virkning).
- dokumentere det biologiske mangfoldet på stasjonene.

1.2 Bakgrunn for programmet

Kartleggingen i Sukkertareprosjektet viste at hhv 80 og 40 % av sukkertaren er borte i Skagerrak og Vestlandet (Nordsjøkysten), men situasjonen er ikke statisk og det er år-til-år variasjon i tilstanden (Moy et al. 2008). Tepper av hurtigvoksende og opportunistiske alger har erstattet sukkertareskogene (Moy et al. 2007). I Skagerrak dominerer trådformede rødalger, men på Vestlandet dominerer trådformede brunalger. Konsekvensene av tapet er sannsynligvis dramatisk mhp tap av levesteder, oppvekststeder, biomangfold og produksjon.

Gjennom Sukkertareprosjektet ble sukkertarens tilstand i Sør-Norge kartlagt, eksisterende kunnskap sammenstilt, tapte arealer beregnet (modellert) og feltforsøk gjennomført for å finne ut mer om årsakene til at sukkertaren forsvant (sammenstilt i Sluttrapport for Sukkertareprosjektet, Moy et al. 2008). Resultatene tydet på at det ikke er en enkelt faktor som kan forklare skiftet i vegetasjon, men sannsynligvis er det forårsaket av en kombinasjon

av flere faktorer. Det synes også å være ulike årsaker til bortfall av sukkertare og manglende gjenvekst. De viktigste faktorene ser ut til å være høy sommertemperatur, sommertilførsler av næringsalter, lyssvekking pga økt innhold av ferskvann, humus, partikler og plankton i kystvannet og tilslamming av bunnen.

Klimaendringer kan ha vært viktig for det observerte regimeskiftet (Moy et al. 2008). Den menneskelige aktiviteten i Skagerrak og områdene som drenerer til dette havområdet, bidrar også til store forurensningstilførsler via elver, luft og direkteutslipp. Det er også tiltagende interessekonflikter i kystsonen. Menneskelige aktiviteter som kan ha betydning for sukkertaretilstanden inkluderer jordbruk, skogbruk, vassdragsregulering, fiskeri, havbruk, avløp og industri (Syvertsen et al. 2009).

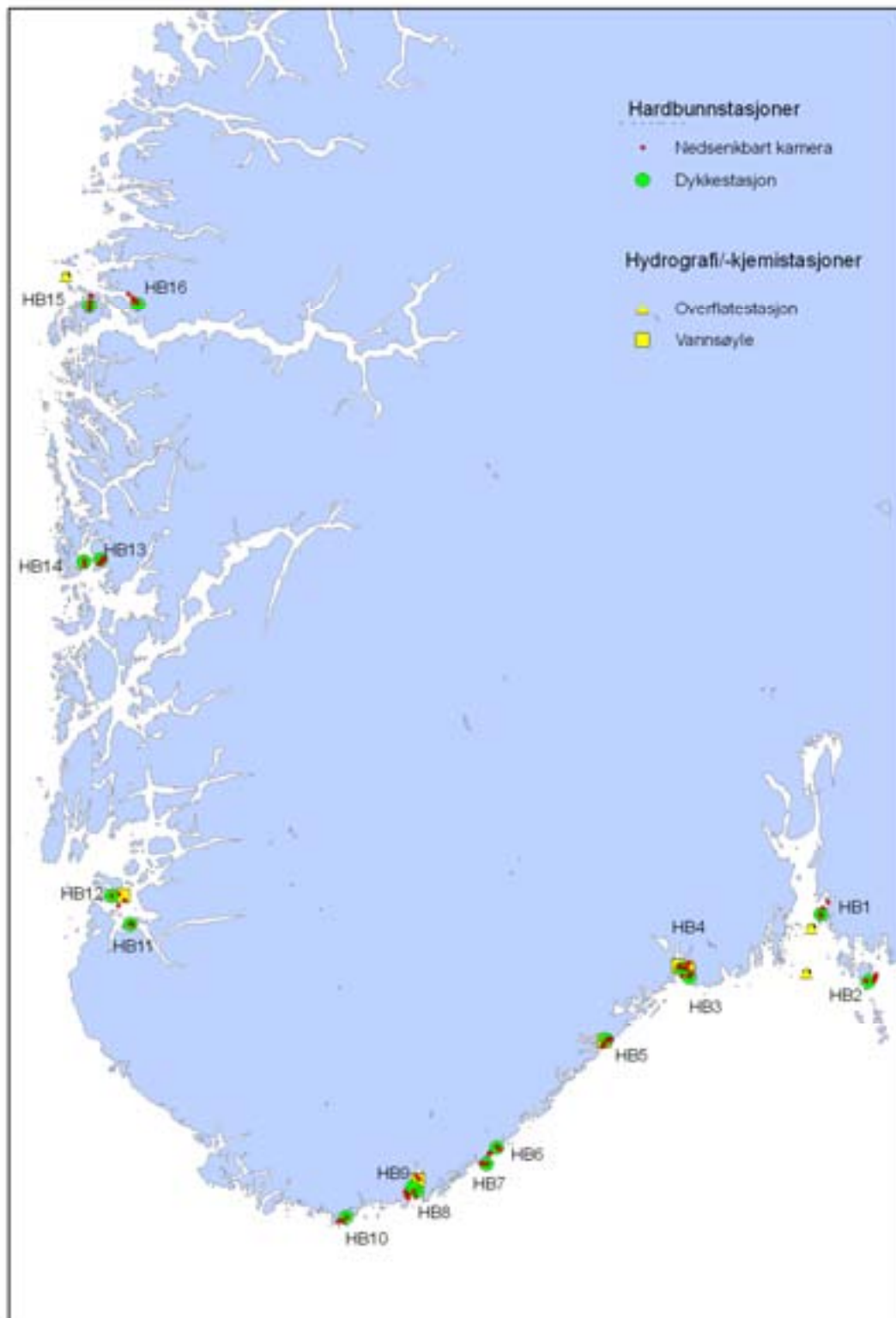
Komplekse påvirkningsforhold på indre kyst gjør at det til tross for omfattende undersøkelser som ble gjennomført i Sukkertareprosjektet fortsatt er usikkerhet rundt årsakssammenhengene for sukkertarebortfallet. Moy et al. (2008) påpekte betydningen av lange tidsserier av overvåkningsdata for å forstå slike regimeskifter i fremtiden.

Sukkertareovervåkingsprogrammet er en viktig oppfølging av Sukkertareprosjektet, både for å overvåke miljøtilstanden på indre kyst og for å bedre forstå årsakssammenhenger i forbindelse med regimeskifter. Tareskogene er levesteder for rike samfunn av marine arter. Høy produksjon gjør tareskogene viktige for produksjon av mat i kystsonen og de er oppvekstområder for mange kystfisk (Norderhaug et al. 2005, Moy et al. 2008). En kunnskapsbasert forvaltning er nødvendig for å kunne forvalte dette viktige økosystemet og iverksette riktige og effektive tiltak. Dette er særlig viktig når klimaendringer kan komme til å motvirke tiltak for å bedre tilstanden langs kysten. Sukkertareovervåkingsprogrammet er et helhetlig overvåkningsprogram med fokus på sukkertare som kan bidra til å skaffe slik kunnskap.

Denne rapporten inneholder presentasjon av overvåkningsdata om tilstanden til sukkertare og hardbunnsamfunn i indre skjærgård basert på to års overvåkningsdata (2009 og 2010). Data om hydrografi og kjemi fra samme periode er støtteparametre (juni 2009-november 2010). Siden tidsserien er kort, er det foreløpig vanskelig å trekke konklusjoner om hvordan de fysiske-kjemiske faktorene påvirker biologien på bunnen, og rapporten er derfor av en deskriptiv karakter.

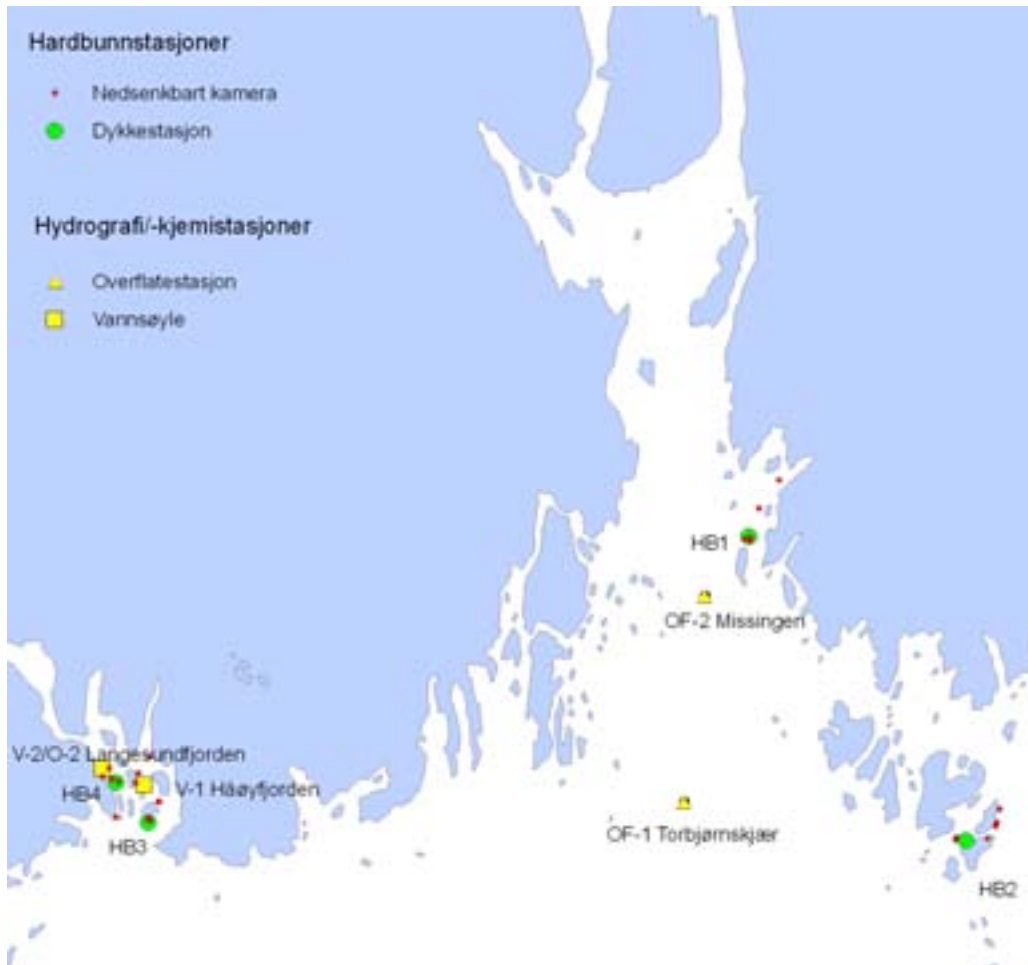
1.3 Faginnhold og stasjonsnett

Sukkertareovervåkningen er utformet som et miljøovervåkningsprogram for indre kystområder med fokus på sukkertare. Programmet dekket kysten fra svenskegrensen til Sognefjorden i 2009 og svenskegrensen til Stavanger i 2010 (Figur 1.1). Stasjonsnett og faglig innhold for hardbunn og hydrografi/-kjemi er i stor grad lagt opp på samme måte som Kystovervåkningsprogrammet for at miljøtilstanden i indre og ytre kystområder skal kunne sammenlignes.

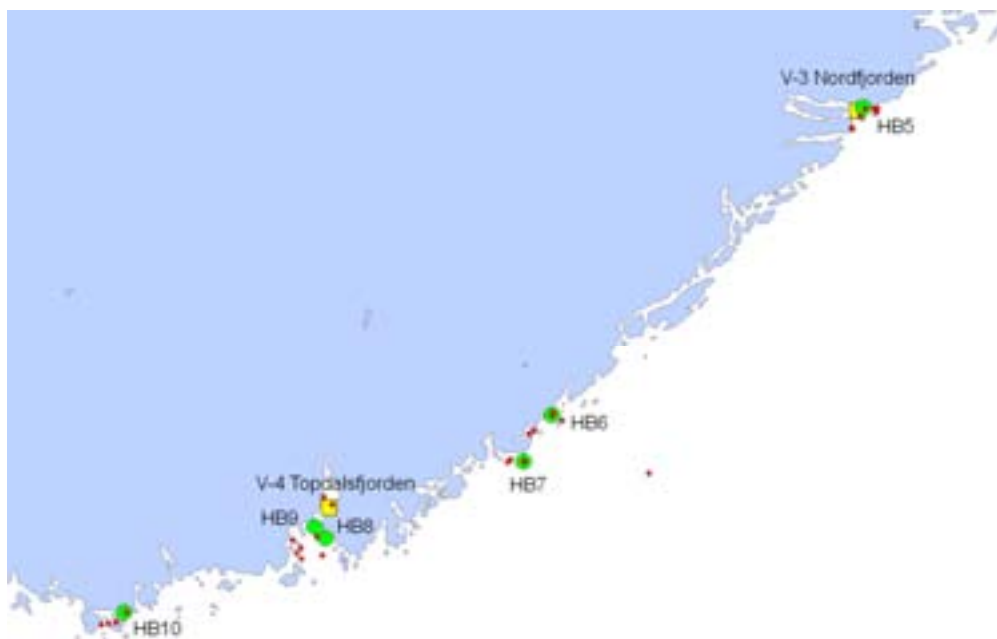


Figur 1.1. Sukkertareovervåkingsprogrammet i 2009 og 2010. Stasjonsposisjoner er gitt i tabeller under. Stasjon HB13-16 og tilhørende stasjoner for nedsenkbart kamera ble bare overvåket i 2009.

I figur 1.2-1.5 er stasjonene presentert områdevis.



Figur 1.2. Stasjoner i Sukkertareovervåkingsprogrammet i 2009 og 2010 i Ytre Oslofjord.



Figur 1.3. Stasjoner i Sukkertareovervåkingsprogrammet i 2009 og 2010 på Sørlandet. Se tegnforklaring i Figur 1.2.



Figur 1.4. Stasjoner i Sukkertareovervåkingsprogrammet i 2009 og 2010 på Sørvestlandet.



Figur 1.5. Stasjoner i Sukkertareovervåkingsprogrammet i 2009 på Vestlandet. Se tegnforklaring i Figur 1.4.

Programmet startet i 2009. Vannprøver samles inn 12 til 22 ganger årlig og det gjennomføres årlige dykkerundersøkelser for registrering av fastsittende alger og dyrs forekomst på steinbunn fra fjæra og ned til 30 m dyp. For å få en oversikt over tilstanden for sukkertare er stasjonsnettet av dykkerstasjoner supplert med stasjoner som undersøkes med nedsenkbart kamera. Det er etablert 3 slike kamerastasjoner i nærheten av hver dykkerstasjon.

Stasjoner for prøvetakingen i de fire vannmasser for kjemiske og fysiske parametere har vært lagt i nærheten av hardbunnsstasjonene. Vannmassestasjonene er plassert slik at de skal kunne gi mest mulig informasjon om kjemiske og fysiske forhold som vil kunne påvirke utbredelse og tilstanden til sukkertare og det øvrige hardbunnsamfunnet. I overvåkingsprogrammet er det gjennomført en kombinasjon av prøvetaking i overflaten og prøvetaking i standarddyp fra overflaten til bunnen (vertikale profiler).

Vannmasser

Tabell 1. Stedsangivelse for hydrografi- og kjemistasjonene. Tabellen viser sted, stasjonsnavn, stasjonsnummer, prøvetakingstype (overflate eller vannsøyle), frekvens per år og eventuelle merknader.

Område	Navn	St nr	Prøvetakingstype	Årlig Frekvens	Merknad
Ytre Oslofjord	Torbjørnsskjær	OF-1	Overflatevann (NIVA, FerryBox)	12	Dekkes 10 ganger av YO programmet for totalt 22 ganger pr år.
	Missingen	OF-2	Overflatevann (NIVA, FerryBox)	12	
Grenland	Langesundfjorden	V-2 ¹	Vannsøylen (HI)	12	Vannsøyledekning og overflate gir totalt 22 ganger pr år for overflate.
	Langesundfjorden	O-2 ¹	Overflate (NIVA, lokal prøvetaker)	10	
	Håøyfjorden	V-1	Vannsøylen (HI)	12	
Aust - Agder	Nordfjorden/Risør	V-3	Vannsøylen (HI)	12	
Vest - Agder	Topdalsfjorden	V-4	Vannsøylen (HI)	12	
Rogaland	Finnøy	V-5	Vannsøylen (HI, lokal prøvetaker)	12	
Hordaland	Bømlafjorden	O-4	Overflatevann (NIVA, FerryBox)	12	Ble overvåket juni 2009-juli 2010 og er rapportert i datarapporten
Sogn og Fjordane	Raunefjorden	O-5	Overflatevann (NIVA, FerryBox)	12	Ble overvåket juni 2009-juli 2010 og er rapportert i datarapporten

1: Samme posisjon

Hardbunn

Tabell 2. Stedsangivelse for dykkerstasjonene. Tabellen viser stasjonsnavn, stedsnavn, transektenes maksimale dyp, kommentar om tilstand i tidligere undersøkelser og posisjon.

Stasjon	Navn	Dyp	Kommentar	N (wgs84)	Ø (wgs84)
HB1	Veslekalven, Rauer, Fredrikstad	26	YO/UiO stasjon. Spredt-vanlig sukkertare i 1989 og 2007	59.25427	10.70413
HB2	Brattøya, Hvaler, Østfold	28	Ny stasjon	59.02336	11.06950
HB3	Store Arøya, Langesund, Telemark	26	YO/ Sukkertare prosjektet Redusert tilstand i 2008	58.99358	09.80854
HB4	Risøyodden, Larvik, Vestfold	26	Sukkertare prosjektet. Redusert tilstand 2005	59.02330	09.75373
HB5	Risør - Robbesvik	30	Sukkertare prosjektet. Dårlig tilstand 2005-08	58.74279	09.26784

Stasjon	Navn	Dyp	Kommentar	N (wgs84)	Ø (wgs84)
HB6	Grimstad-Tvillinghlm	28	Sukkertare prosjektet Dårlig tilstand 2007	58.31666	08.58172
HB7	Homborøy	30/28	Sukkertare prosjektet God tilstand 2007	58.25454	08.52282
HB8	Kr.sand - Korsvikfj.	26	Sukkertare prosjektet. Redusert tilstand 2005	58.13230	08.06637
HB9	Bertilsbukta - Kr.sand	30	Åsen (2006) stasjon Spredt med sukkertare 2006	58.14470	08.03593
HB10	Tregde - Eigebekk Åsen st.	30	Åsen (2006) stasjon Spredt med sukkertare 2006	58.01090	07.60296
HB11	Tingshlm, Stavanger	30	Sukkertare prosjektet Lite sukkertare 2007	58.96898	05.87873
HB12	Rossøy - Stavanger	30	Sukkertare prosjektet God tilstand i 2008	59.05966	05.71851
HB13	Bergen - Fanafjorden - Haugneset	24	Sukkertare prosjektet God tilstand i 2008	60.25630	05.29825
HB14	Langøyna N - Raunefj., Bergen	30	Sukkertare prosjektet God tilstand i 2008	60.24156	05.18463
HB15	Dumbefj. Geitevik, Sogn og Fjordane,	30	Sukkertare prosjektet God tilstand i 2008	61.15554	04.94085
HB16	Åfjorden, Sogn og Fjordane	30	Sukkertare prosjektet Redusert tilstand i 2008	61.18789	05.29530

Overflatestasjoner i Oslofjorden dekkes av Ferrybox-systemet ombord på MS Color Fantasy. Vannet tas inn fra ca 4 m dyp. Overflateprøvetakning i Breviksfjorden er foretatt av Karl Evensen. Prøvene er tatt i 0 meter dyp. Gjennomføringen av vertikale profiler i Hidlefjorden i Rogaland er gjennomført av Nils Petter Sand. Personale fra Havforskningsinstituttet, Flødevigen har vært ansvarlig for innsamlingen av data ved de øvrige stasjonene hvor det er tatt vertikale profiler. I forbindelse med disse innsamlingene er det benyttet lettått eller FF G.M. Dannevig. Ved stasjoner for vertikale profiler er det foretatt prøvetakning, vannprøver, i ICES standarddyp fra overflaten til største dyp (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300 m osv).

Detaljerte oversikter over hvilke parametre som måles på de ulike stasjonene er gjengitt i datarapporten for 2010.

1.4 Metodikk

Innsamling, opparbeiding og analyser følger standard og akkrediterte metoder (hvor dette finnes, ISO-90001, NIVA-M5, EN45000, NS9420, NS9424). Metodikken er fylldig beskrevet i Moy et al. (2002).

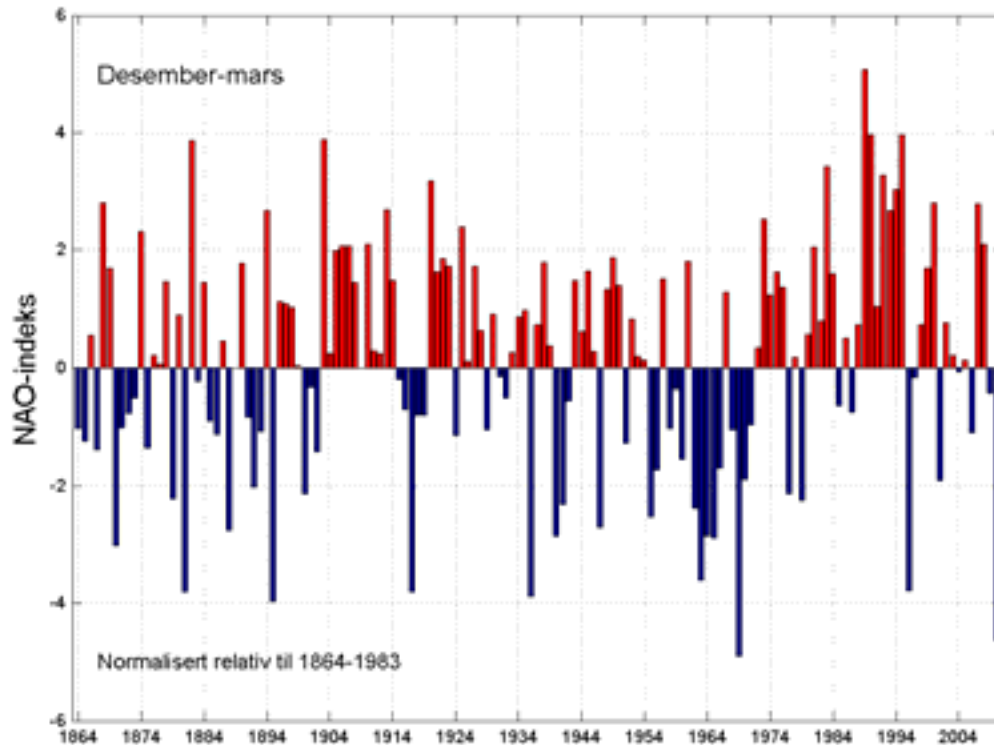
2. Klima og vannmassene i Skagerrak

I 2009 var NAO-klimaindeksen svakt negativ og i 2010 sterkt negativ. Det har gitt temperaturer under normalt for store deler av Sør-Norge, med spesielt store avvik for sentrale deler av Vestlandet. På Vestlandet var også nedbøren mindre enn normalt, mens resten av Sør-Norge hadde nedbør som i mindre grad avvek fra det normale.

I vintermånedene januar, februar og en kort periode i desember i 2010 var temperaturen godt under gjennomsnittet for perioden og med temperaturer under 0°C i sjøen. Også i Ytre Oslofjord var det i begynnelsen av desember og i februar sjøtemperatur under 0 °C ved 4 meters dyp. I sommermånedene juli og august lå overflatetemperaturene omkring 18 °C, både ved Flødevigen og i Ytre Oslofjord. Dette er under det som antas å være kritisk høy temperatur for sukkertare. Temperatursonder satt ut på dykkerstasjonene viser det samme bildet. I perioden midten av januar til midten av februar er det lave temperaturer, periodevis under null grader på 8 meters dyp. Temperaturer under 0°C kan være under tålegrensen for mange organismer.

2.1 NAO, lufttemperatur og nedbør

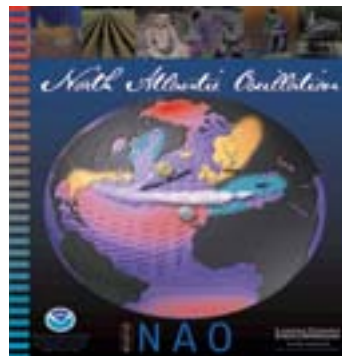
Klimaforholdene har generelt vært milde vinterstid i de senere årene. Dette illustreres i Figur 2.1 hvor North Atlantic Oscillation (NAO) indeksen fra desember til mars fra perioden 1864 til 2010 er presentert. NAO-indeks er normalisert lufttrykksforskjell mellom Lisboa, Portugal, og Stykkisholmur/Reykjavik, Island. Ved positiv indeks har lavtrykkene en bane mot Sør-Skandinavia med relativ høy frekvens av sørvestlige vinder og en mild værtype med mye nedbør (Figur 2.2). Negativ indeks karakteriseres av lavere frekvens av lavtrykk inn mot Nordsjøen og Skagerrak og større frekvens av nordlige vinder og kaldere værtype i Sør-Norge. Fra begynnelsen av 90 tallet har det vært få vintre med negativ indeks og kald og tørr værtype; 1996, 2001, 2006 og 2010. Vinterindeksen var svært negativ i 2010. I 2009 var indeksen svak negativ, men det var kun februar som var kaldere enn normalt, mens vinteren som helhet var omtrent normal kald (Norderhaug et al. 2009).



Figur 2.1. North Atlantic Oscillation (NAO) vinterindeks (desember til mars) fra 1864 til 2010 med normalisert lufttrykkforskjell mellom Lisboa, Portugal, og Stykkisholmur/Reykjavik, Island. (Kilde: <http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.html>).



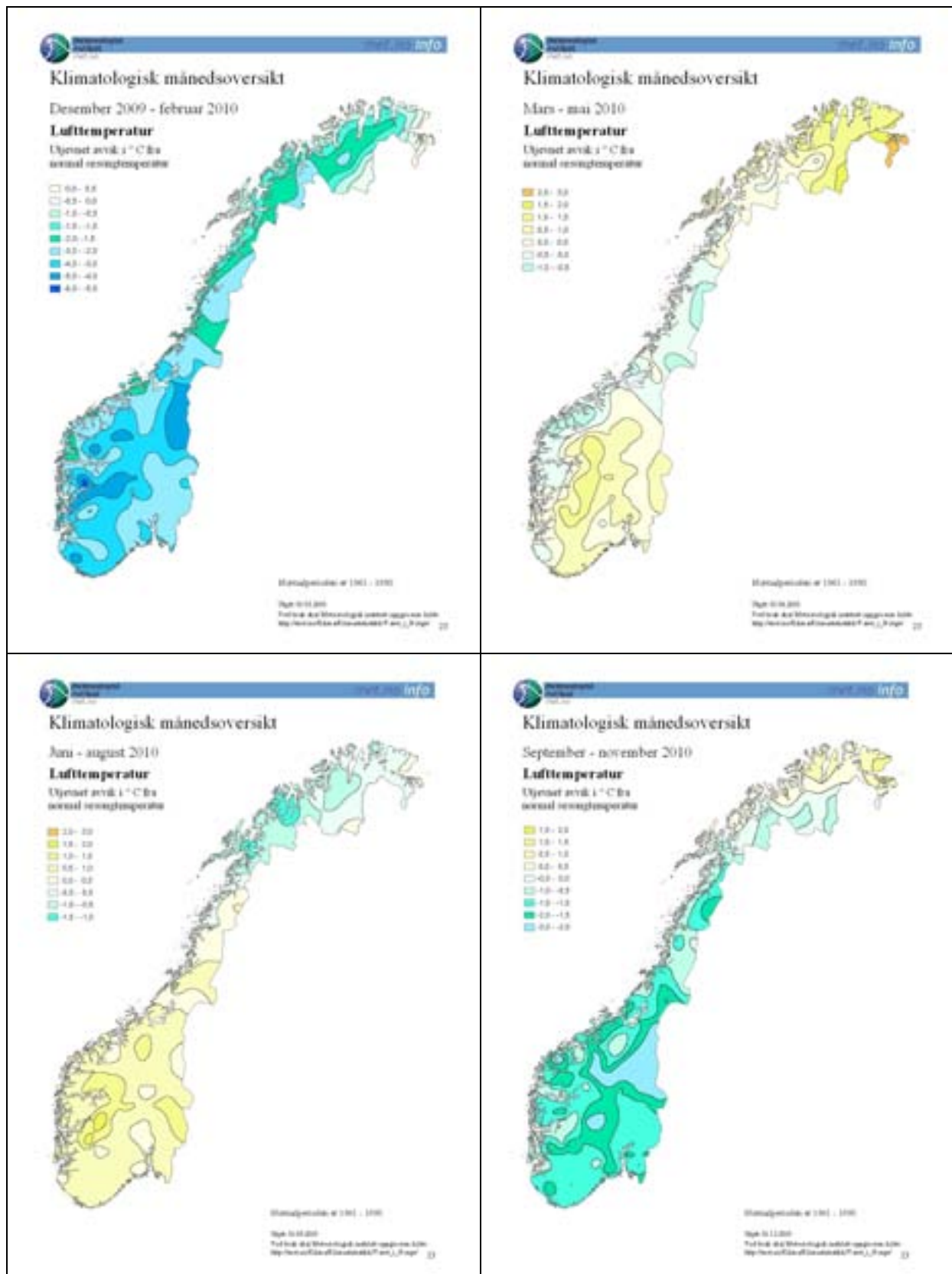
Positiv NAO-indeks



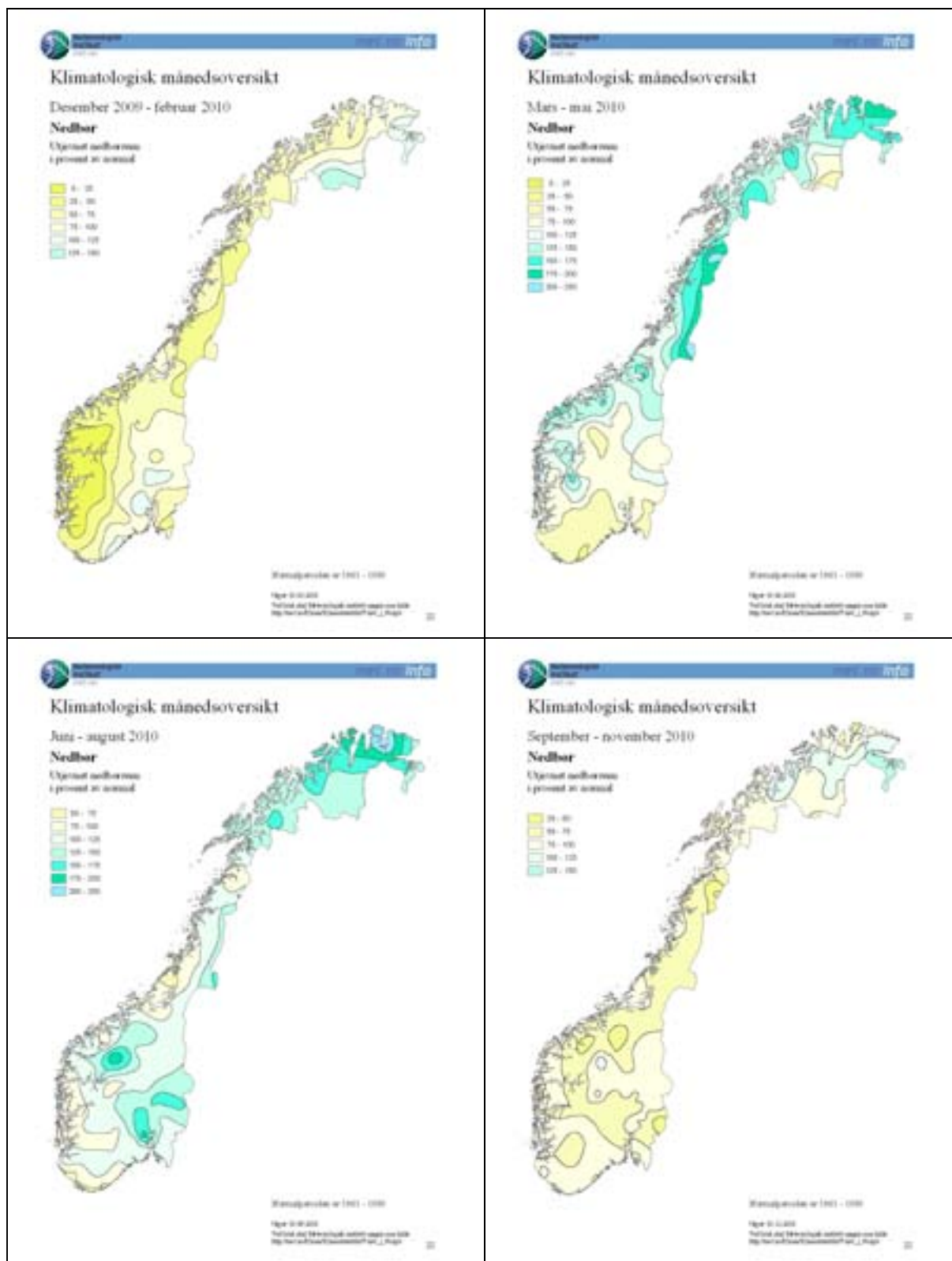
Negativ NAO-indeks

Figur 2.2. Den Nordatlantiske svingningen (NAO-indeksen), er variasjonen i forskjellen mellom lufttrykket over Stykkisholmur/Reykjavik, Island, og Lisboa, Portugal. Positiv indeks (til høyre) fører mild og fuktig luft inn over Sør-Norge og negativ indeks (til venstre) gir kald og tørr luft over Sør-Norge. (Kilde: <http://www.ideo.columbia.edu/NAO> av Martin Visbeck, Columbia University).

Vinteren 2010 var temperaturene under normalt for Osloområdet, Sørlandet og Vestlandet (Figur 2.3). Spesielt stort avvik var det for sentrale deler av Vestlandet. Nedbøren for vintermånedene i samme området avvek ikke i like stor grad som temperaturene (Figur 2.4), med unntak av Vestlandet hvor nedbøren var lavere enn normalt. Nedbøren i Osloområdet var lavere enn normalt i januar, mens den i desember og februar var henholdsvis litt over normalt og som normalt (Fagrådet, 2009 og 2010). Våren var kald og med lite nedbør sammenlignet med normalen for Osloområdet, Sørlandet og Vestlandet. Noe høyere sommertemperaturer enn normalt var det i 2010 for hele kystområdet i sør og øst og på Vestlandet, men det var større forskjeller i nedbøren med mer nedbør i 2010 for kystområdet i sørøst. På Vestlandet var det derimot nedbør som normalt. Høsten 2010 var kaldere enn normalt for hele kysten med nedbør mindre enn eller som normalt.



Figur 2.3. Sesongmessig oversikt over avvik fra normal lufttemperatur i Norge i 2009-2010 (Kilde: http://met.no/Klima/Klimastatistikk/Varet_i_Norge/2010/Hostsesongen/). Gul/orange farge = varmere, blå farge = kaldere og hvit farge = som normalt.



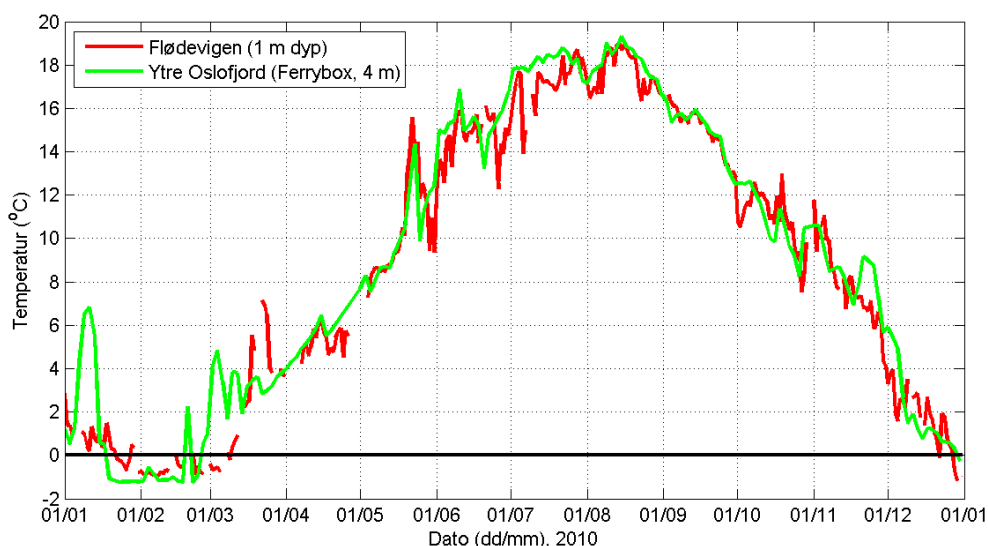
Figur 2.4. Sesongmessig oversikt over nedbør i Norge i 2010 som sum utjevnet nedbør i prosent av normalen (Kilde: http://met.no/Klima/Klimastatistikk/Varet_i_Norge/2010/Hostsesongen/).

2.2 Vannmasser og sjøtemperatur

Stasjonene i Sukkertareovervåkingsprogrammet ligger på indre kyst og det er betydelig variasjon mellom stasjonene når det gjelder fysiske forhold. Stasjonene er plassert i områder som er ulike når det gjelder grad av eksponering, oppholdstid, topografi, terskeldyp og ferskvannstilførsel. Selv med lokale variasjoner vil viktige storskalaendringer kunne påvirke alle lokalitetene. Under gis det en generell beskrivelse, og noen hendelser fra 2009 og 2010.

Vinteren 2009/2010 ble det registrert en kraftig nedkjøling av overflatevannmassen i Nordsjøen. Dette førte til en nedsynkning av kaldt Nordsjøvann i Skagerrak og påfølgende oppressing av intermediære og dypere vannmasser. Endringen i den vertikale lagdelingen førte til mange fjorder i Skagerrak-regionen fikk en utskiftning i bunnvannet. Utskiftningene førte også til at overflatevannet i større grad enn tidligere ble påvirket av underliggende vannmasser med høyere saltholdigheter. Utskiftningen fant sted i perioden januar til ut i mars. Den voldsomme utskiftningen i dypvannet vil ha stor betydning for miljøforholdene (næringsalter og oksygen) og fører til at 2010-data avviker en del fra tidligere år i de kystnære områdene. Slike dypvannutskiftninger av bunnvann med nedsatt oksygenmengde er en positivt for miljøforholdene. Prosessen vil også påvirke næringssaltkonsentrasjon ved at vannmasser rikt på fosfat, og i noen tilfeller nitrogen, kommer høyere opp i vannmassene.

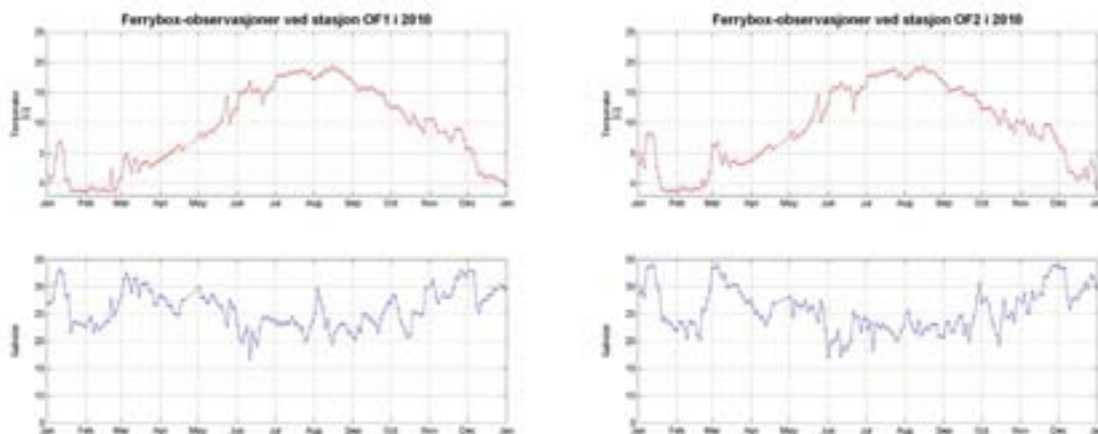
Temperatur i overflaten målt på Flødevigen stasjon er vist i Figur 2.5. I 2010 var temperaturen i overflaten i sommermånedene over gjennomsnittlig (1961-90). I vintermånedene januar, februar og en kort periode i desember i 2010 var temperaturen godt under gjennomsnittet for denne perioden og med temperaturer under 0°C. Temperaturer under 0°C kan overskride tålegrensen for mange organismer. Også i Ytre Oslofjord ved stasjon OF-1 var det i begynnelsen av desember og i februar sjøtemperatur under 0°C ved 4 meters dyp. I sommermånedene juli og august lå overflatetemperaturene omkring 18°C, både ved Flødevigen og i Ytre Oslofjord. Dette overskrider ikke det som antas å være kritisk høy temperatur for sukkertare (Syvertsen et al. 2009).



Figur 2.5. Hydrografidata fra 2010 ved 1 og 4 meters dyp, temperatur fra Flødevigen (Havforskningsinstituttet, Flødevigen) og Ytre Oslofjord (OF-1).

Oslofjorden

Vannmassene i indre kystområder i Ytre Oslofjord var kalde og preget av is om vinteren i 2009 og 2010. Området fikk liten tilførsel fra elver i 2010. Områdene i ytre del av Oslofjorden er i stor grad påvirket av prosesser i de utenforliggende vannmassene i Skagerrak og transport inn fra den svenske vestkysten. Samtidig vil de ytre områdene påvirkes av vannmasser med lavere saltholdighet og avrenning til Oslofjordsystemet. I de øvre 0-10 meterne vil ferskvannsavrenning fra elvene i stor grad påvirke næringssaltkonsentrasjonene, mens i de underliggende vannmassene vil vannmasser med opprinnelse ute i Skagerrak være viktige kilder for næringsalter. Temperatur- og saltholdighetsresultatene fra 2009 avviker ikke mye fra målinger foretatt i de senere årene. Den varmeste perioden, med temperaturer opp mot 20 °C, registreres i perioden juli – august. Figur 2.6 viser utviklingen i temperatur og saltholdighet gjennom året i overflatevannet ved OF-1 Torbjørnskjær og OF-2 Missingen (Tabell 1, Figur 1.2). I januar registreres vannmasser med høyere saltholdighet og temperatur i overflaten. Dette er utenforliggende intermediære vannmasser som presses opp på grunn av dypvannsutskiftninger i Skagerrak. Deretter faller temperaturen igjen i februar – mars. I denne perioden la isen seg over store områder Oslofjord området, også i de ytre eksponerte delen av fjorden. Saltholdigheten tyder på at det ikke var lengre perioder med store ferskvannstilførsler til disse ytre områder i løpet av 2010. I 2009 ble det både i august og september registrert perioder med saltholdighet under 20, mest markante ved OF-2, knyttet til perioder med stor avrenning (Naustvoll et al. 2010).



Figur 2.6. Temperatur og saltholdighet for stasjon OF-1 Torbjørnskjær og OF-2 Missingen gjennom 2010. Data fra Ferrybox-systemet, hentet fra Fagrapport "Overvåkning av Ytre Oslofjord - vannmasseundersøkelser 2010" (Naustvoll et al. 2011).

Temperatursonder satt ut på dykkerstasjonene viser det samme bildet. I perioden midten av januar til midten av februar er det lave temperaturer, periodevis under null grader på 8 meters dyp (Figur 2.7). Temperaturer under 0°C kan være under tålegrensen for mange organismer.

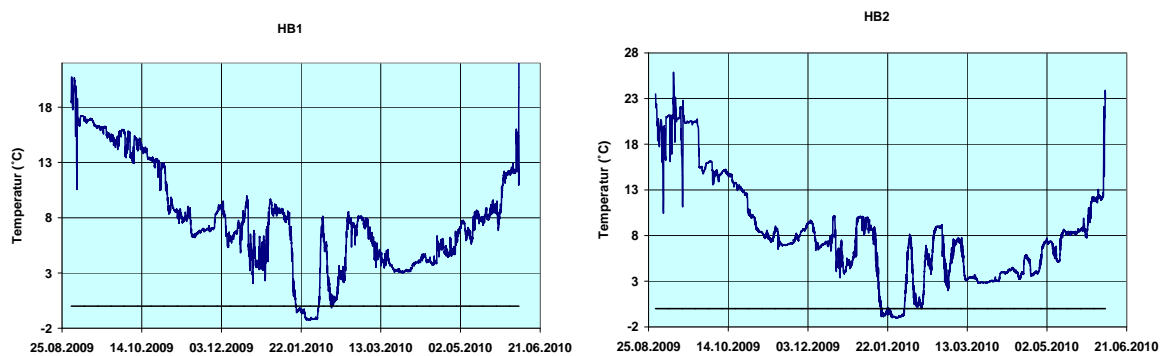
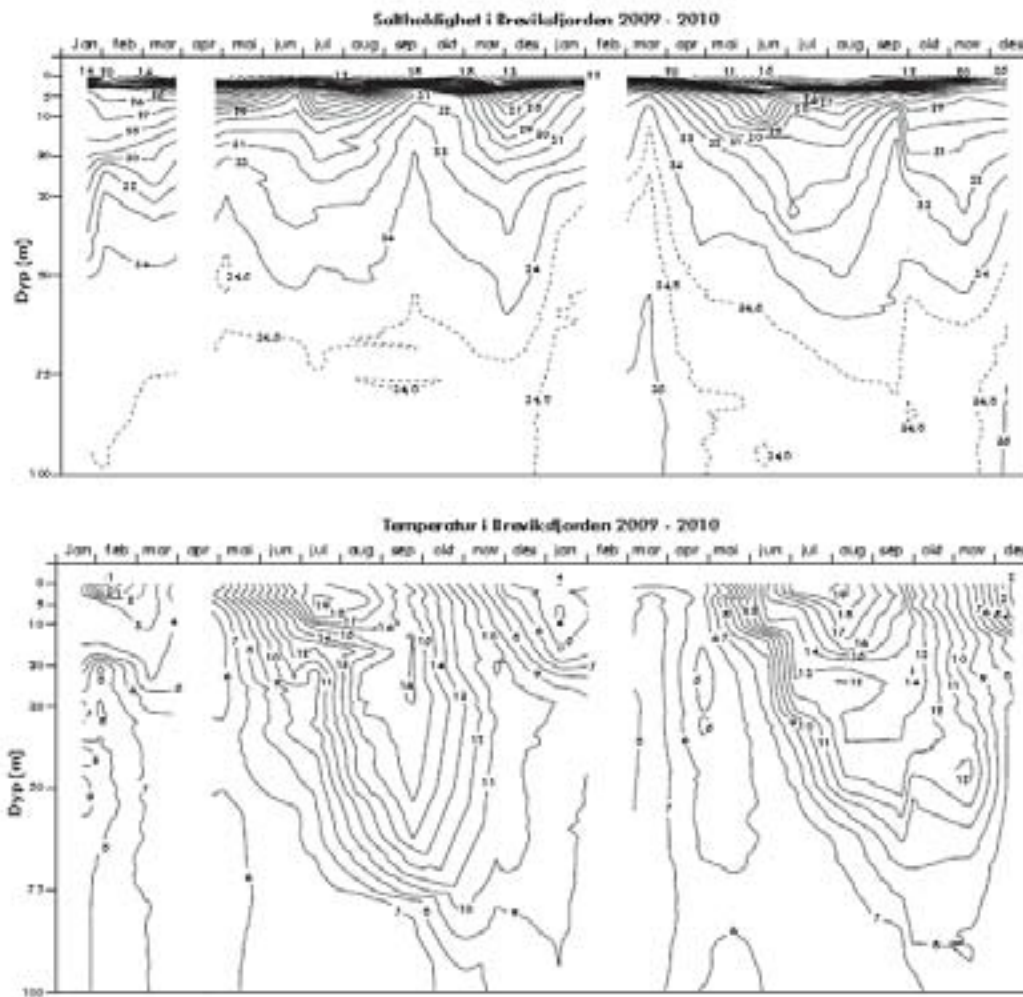


Fig 2.7. Temperatur data fra 8 meters dyp ved dykkerstasjoner HB1 og HB2 i Ytre Oslofjord for perioden 25/8-09 til 21/6 2010.

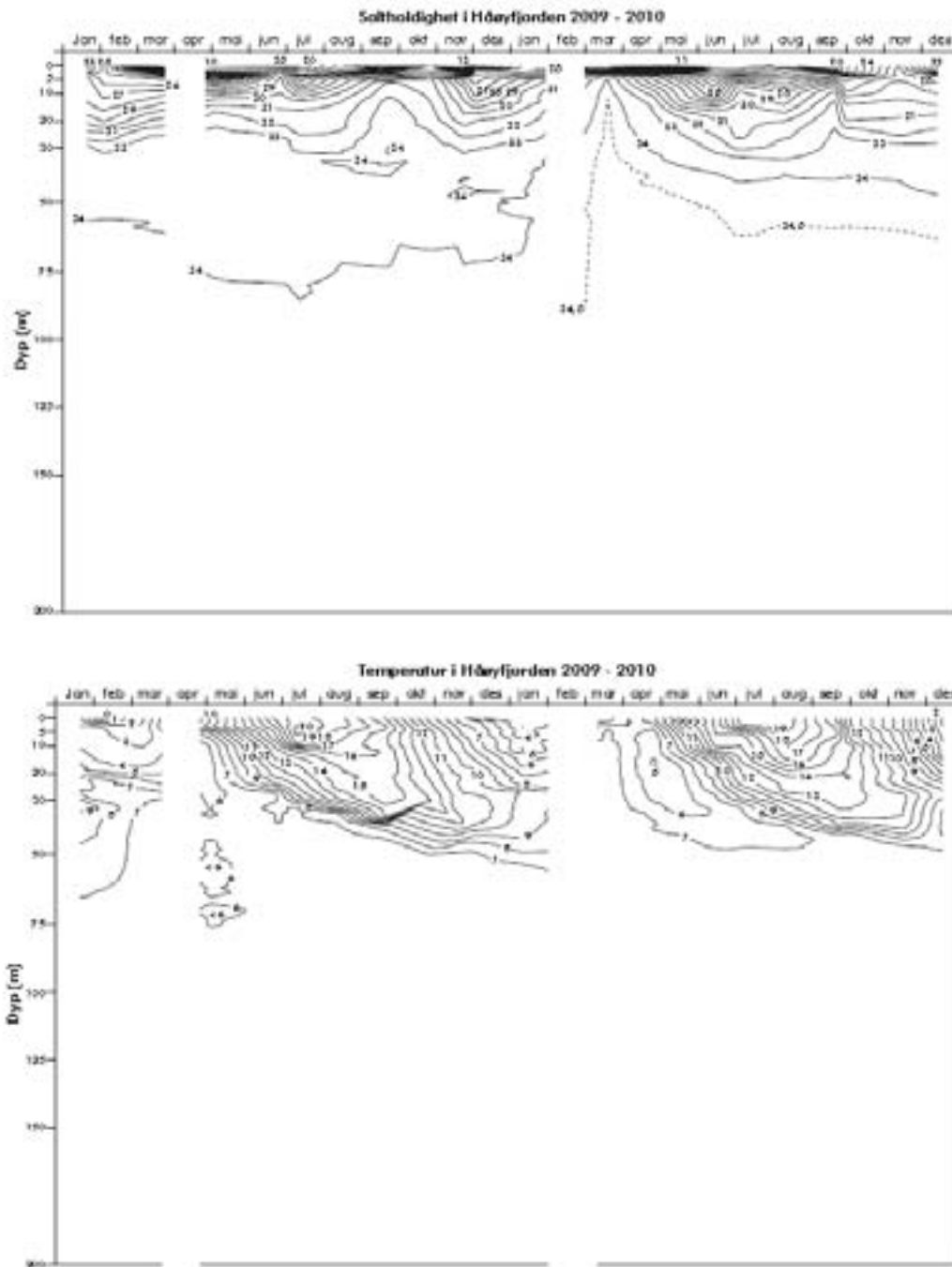
Grenland

Vannmassene i Grenlandsområdet var kalde tidlig i 2010 og påvirket av utskifting av dypvann. Stasjonene i Grenland, Håøyfjorden (V-1, Tabell 1, Figur 1.2) Breviksfjorden (V-2, O-2) og vil i ulik grad påvirkes av utenforliggende vannmasser. Stasjonen i Breviksfjorden er i forholdsvis god kontakt med utenforliggende områder. Håøyfjorden er dypere med lengre oppholdstid for dypvannet. Begge stasjonene ble påvirket av utskiftingen i januar-mars 2010 (fig. 2.8 og 2.9). Utskiftingen førte til at man observerte vannmasser med høy saltholdighet helt opp til 5 m dyp utover våren, før saltholdigheten normaliserte seg i løpet av sommeren og høsten. For Grenland var avrenningen forholdsvis jevn gjennom året, med unntak av nedbørsrike perioder og perioder med smelting. I 2009 var avrenningen knyttet til snøsmeltingen i perioden februar-mai, mens snøsmeltingsperioden var kortere i 2010 (april-mai).

Temperaturen på begge stasjonene var noe høyere i intermediære dyp i 2009 sammenlignet med 2010. Temperaturdataene fra dykkestasjonene i Grenland viser det samme bilde som for Oslofjorden (Fig 2.6). I januar og februar er det en lengre periode med minusgrader ved bunnen. Utover denne perioden av året er det små avvik fra det normale.



Figur 2.8. Saltholdighet og temperatur ved stasjonen "Breviksfjorden" i perioden januar 2009 til desember 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram for Grenland



Figur 2.9. Saltholdighet og temperatur ved stasjonen "Håøyfjorden" i perioden januar 2009 til desember 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram for Grenland.

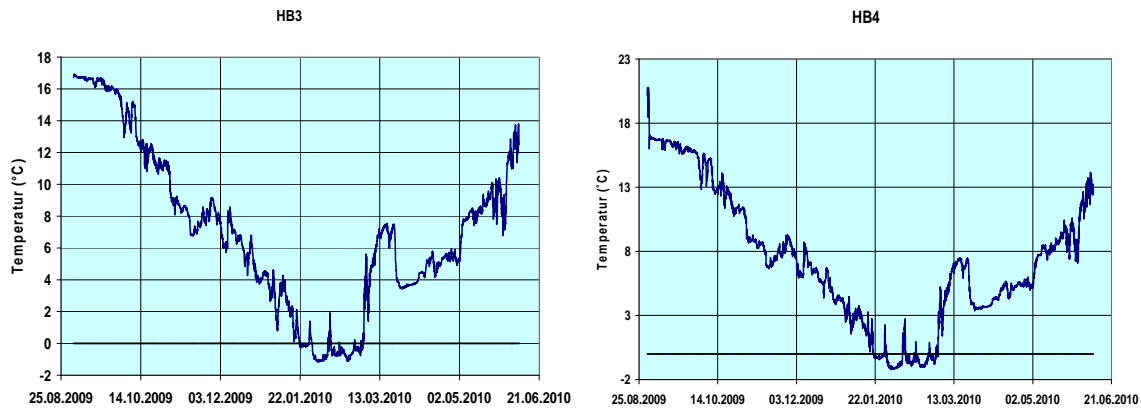
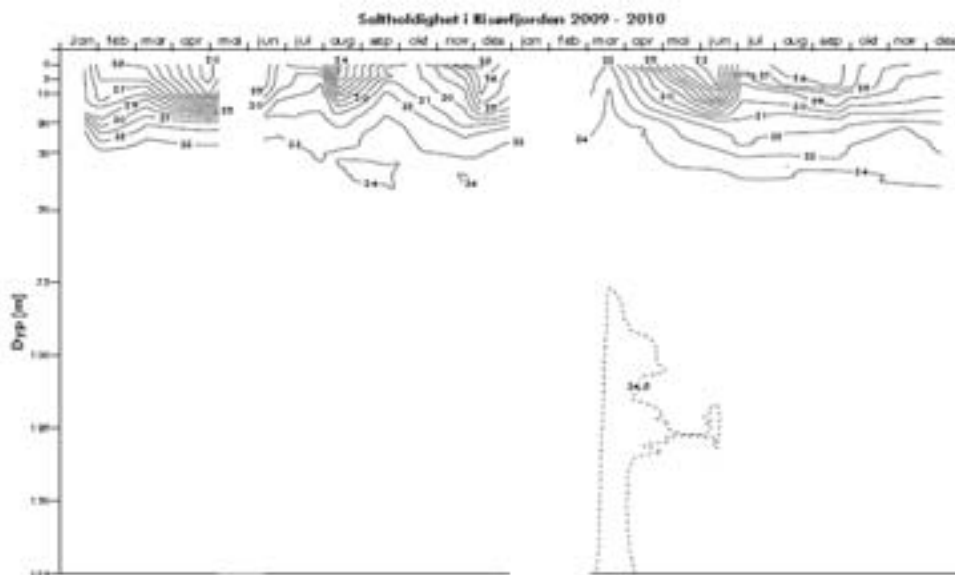


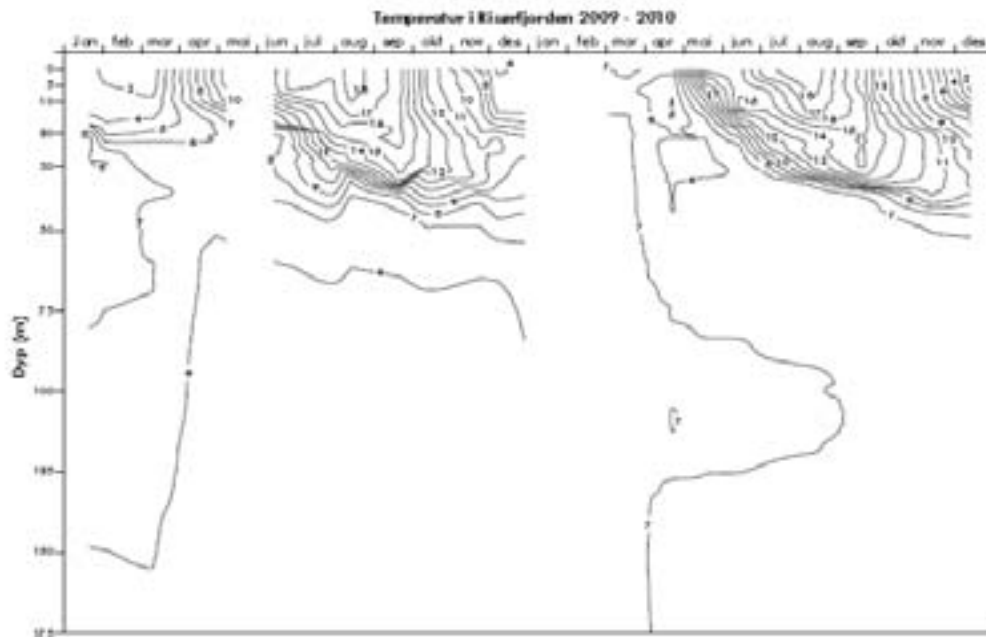
Fig 2.10. Temperaturdata fra hhv 8 og 7 meters dyp ved dykkerstasjoner HB 3 og 4 i Grenland for perioden 25/8-09 til 21/6 2010.

Risør - Nordfjorden

I januar/februar 2010 var det en større utskiftning av dypvannet også i V-3 Nordfjorden (Figur 2.11, se Tabell 1 og Figur 1.3 for stasjonsbeskrivelse). Det foregikk også en utskiftning i mai/juni i 2009. Sammenlignet med de øvrige stasjonene langs Skagerrakkysten er dette en stasjon som i betydelig mindre grad er påvirket av ferskvann.

Det er ikke store forskjeller i temperatur mellom 2009 og 2010 ved denne stasjonen. I likhet med i Grenland og i Oslofjorden ble det i februar registrert temperaturer under null grader ved dykkestasjonen (Fig 2.12)





Figur 2.11. Saltholdighet og temperatur ved stasjonen ”Nordfjorden” i perioden januar 2009 til desember 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram.

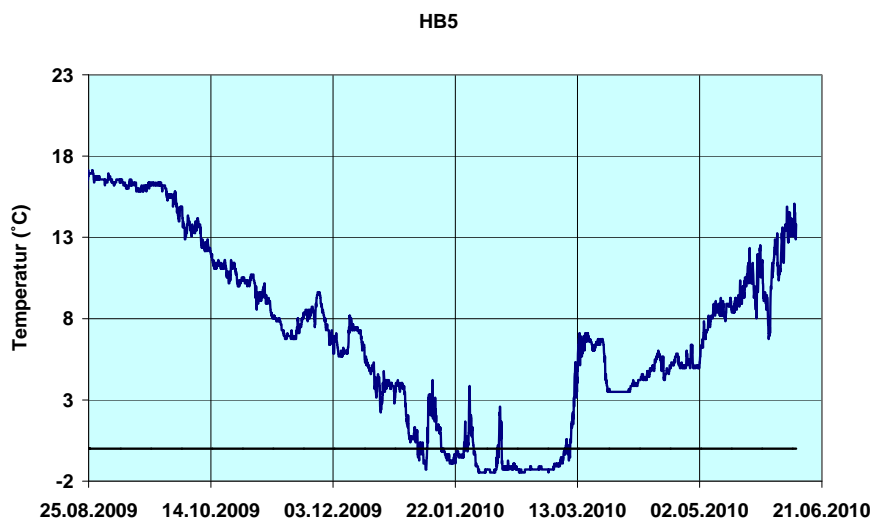
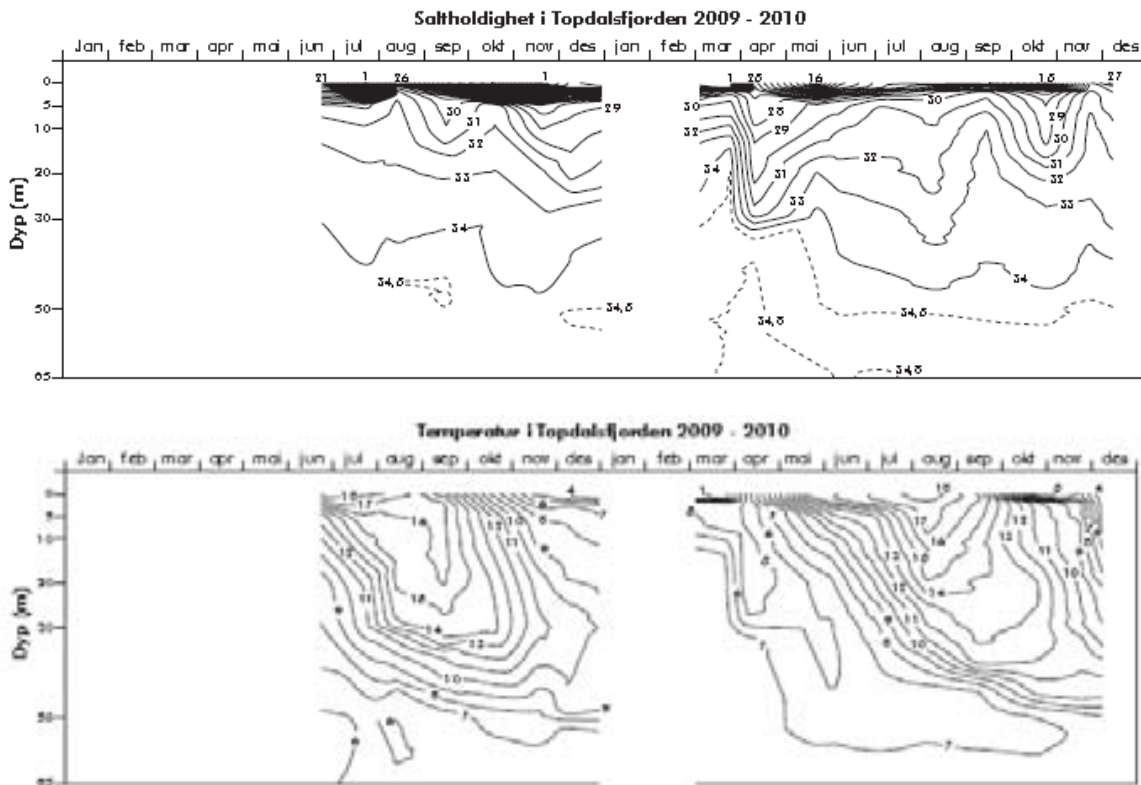


Fig 2.12. Temperaturdata fra 6 meters dyp ved dykkerstasjonen HB5 i Nordfjorden for perioden 25/8-09 til 21/6 2010.

Kristiansand – Topdalsfjorden

Lokaliteten i Topdalsfjorden (V-4, Tabell 1, Figur 1.3) er sterkt påvirket av ferskvannsavrenning (Fig 2.13). I lange perioder om sommeren og høsten i 2009 ble det registrert svært lave saltholdigheter i de øvre meterne (ned til 5 m dyp). I 2010 var det lavere avrenning, og noe høyere saltholdigheter i overflaten. Kun i en kortere periode mars-april ble det observert betydelige mengder ferskvann i overflaten. Også ved denne stasjonen var det en betydelig utskiftning av vann i februar.

Som for de øvrige stasjonene er temperaturmaksimum og minimumsverdier innenfor det normale. Høyest temperatur registreres i juli/august i overflaten. Maksimum sommertemperaturer er omtrent den samme i 2009 som i 2010. I likhet med i Grenland var temperaturen noe høyere i intermediære dyp (10-20 meter) sommeren og høsten 2009 sammenlignet med samme periode i 2010. Data fra dykkerstasjonen HB8 viser at også denne stasjonen hadde en periode med temperaturer under null grader (Fig 2.14). I Topdalsfjorden var denne perioden noe kortere enn ved de andre stasjonene i Skagerrak regionen.



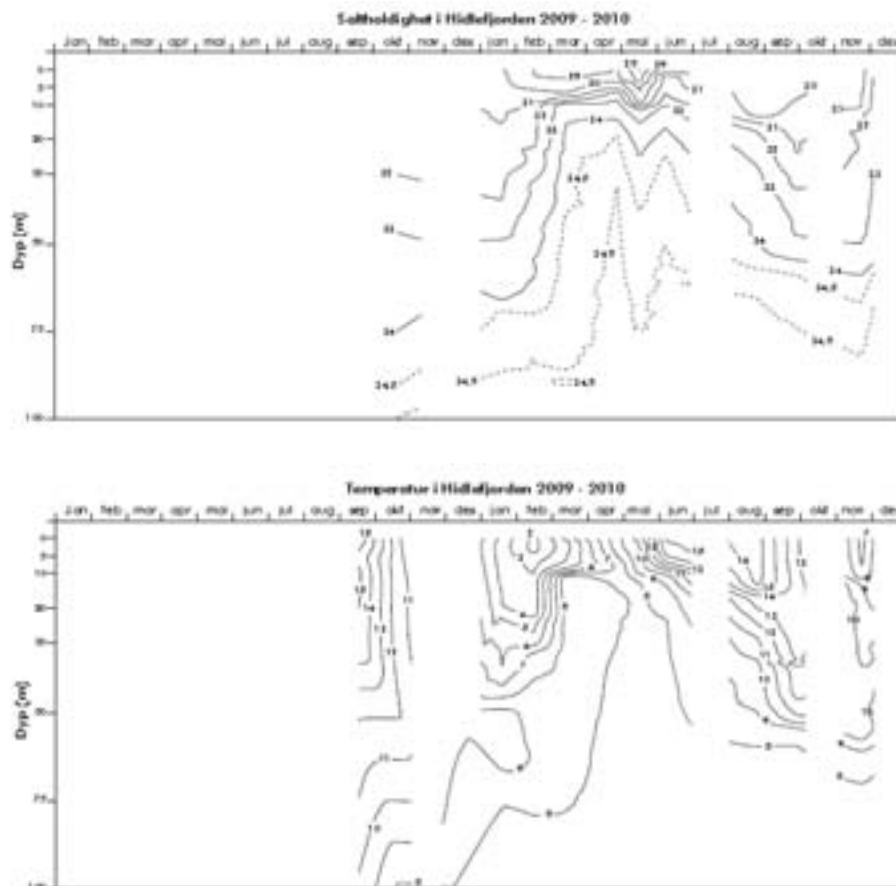
Figur 2.13. Saltholdighet og temperatur ved stasjonen Topdalsfjorden i perioden juni 2009 til desember 2010.



Fig 2.14. Temperaturdata fra 8 meters dyp ved dykkerstasjonen HB8 Korsviksfjorden i Topdalsfjorden for perioden 25/8-09 til 21/6 2010.

Hidlefjorden – Rogaland

Sammenlignet med de øvrige stasjonene er V-5 i Hidlefjorden (Tabell 1, Figur 1.4) minst påvirket av ferskvannsavrenning og hadde den høyeste målte saltholdighet i overflatelaget. Basert på de data vi har, ble det ikke registrert vannutskiftning i januar/februar 2010 i Hidlefjorden (Figur 2.15). Saltholdighetsdata viser innstrømning av vann med høy saltholdighet (34 opp til 15 m dyp) i mars – april. I perioden februar til mai er det noe lavere saltholdigheter i overflaten, dette indikerer ferskvannsavrenning fra land. Til forskjell fra Skagerrakstasjonene ble det ikke registrert temperaturer under null grader ved dykkestasjonen i dette området (Figur 2.16). I 2010 var det en kjølig periode i februar og en gradvis økning frem mot sommeren. Maksimumstemperaturene i overflaten var omtrent de samme som ved Skagerrakstasjonen.



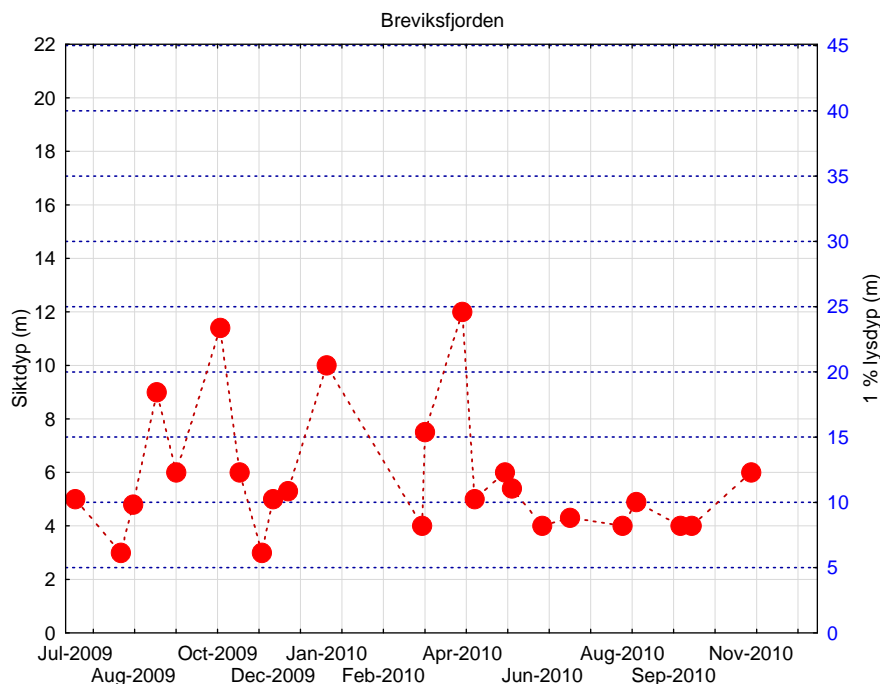
Figur 2.15. Saltholdighet og temperatur ved stasjonen V-5 i Hidlefjorden i perioden juni 2009 til desember 2010.



Figur 2.16. Temperatur data fra 7 meters dyp ved en av dykkerstasjonen HB11 i Hidlefjorden for perioden 25/8-09 til 21/6 2010.

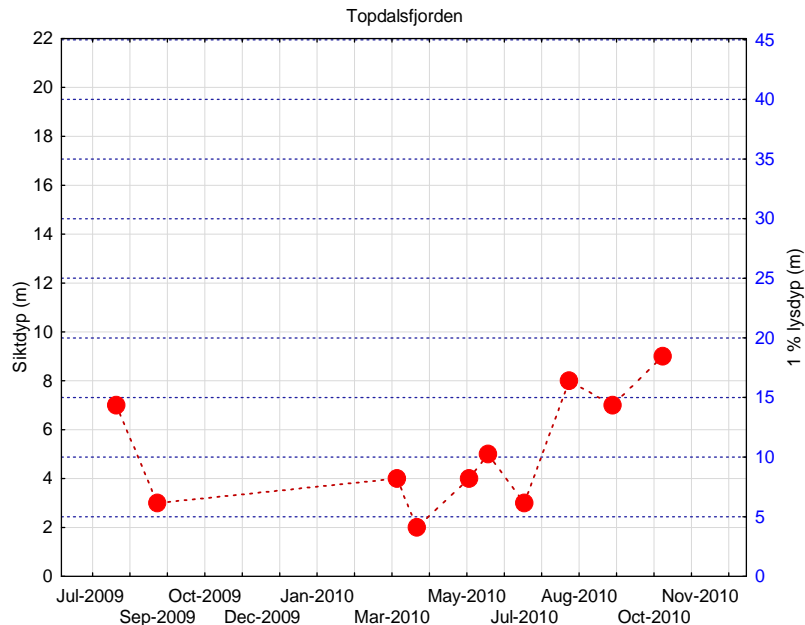
2.3 Lysforhold i vannet

Siktdypet avhenger blant annet av vannets sjiktning (ferskvannstilførsler) og mengden partikler i vannet. Det viser hvor dypt lyset når og dermed også hvor dypt det er nok lys til algevekst. Siktdyp og siktdyp omregnet til 1 % lysdyp (definert som dypet hvor det er 1 % lys) er presentert i Figur 2.17-2.21. Siktdyp og 1 % lysdyp i Breviksfjorden (Tabell 1, Figur 1.2) i Figur 2.17 varierer mellom henholdsvis 2-12 meter og 6-25 meter i løpet av måleperioden. Observasjonene med størst siktdyp og 1 % lysdyp er i september 2009, november, januar 2010 og april, mens de laveste observasjonene er gjort i august 2009 og desember 2009.



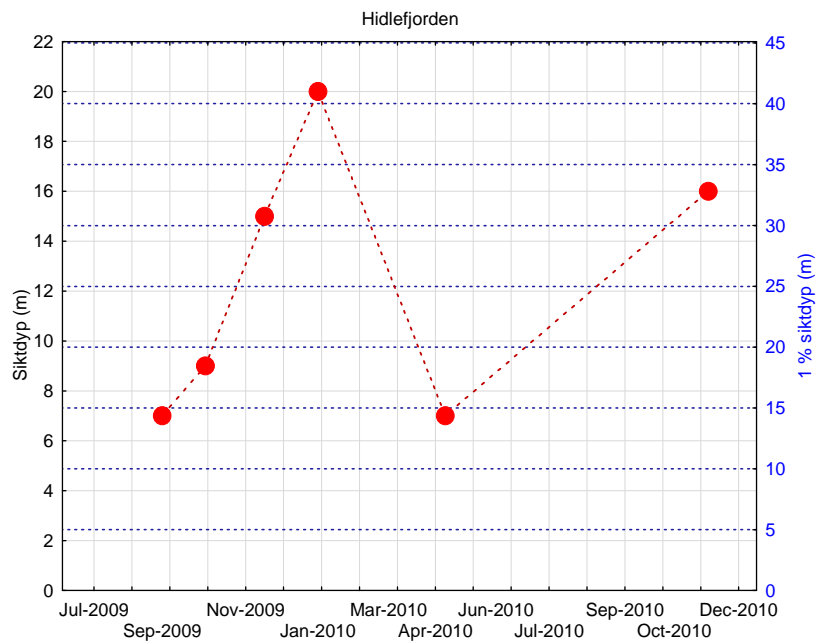
Figur 2.17. Siktdypmålinger (m) og beregnet 1 % lysdyp (m) fra V-2 Breviksfjorden.

I Topdalsfjorden (Tabell 1, Figur 1.3) varierte siktdypet og 1 % lysdyp mellom henholdsvis 2-9 meter og 4,1-18,5 meter (Figur 2.18). Størst sikt- og lysdyp er observert i august 2009, august 2010, september og november.



Figur 2.18. Siktdypmålinger (m) og beregnet 1 % lysdyp (m) fra V-4 Topdalsfjorden.

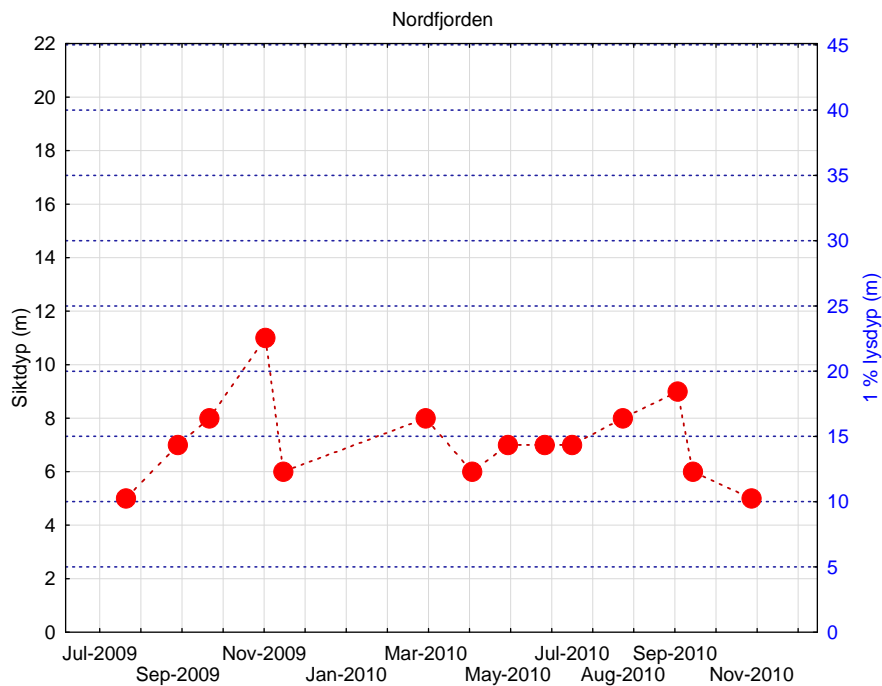
I Hidlefjorden (Tabell 1, Figur 1.4) ble det største sikt- og lysdyp målt i januar 2010 med henholdsvis 20 og 41 meter (Figur 2.19). Lavest observasjon er gjort i september 2009 og mai 2010.



Figur 2.19. Siktdypmålinger (m) og beregnet 1 % lysdyp (m) fra V-5 Hidlefjorden.

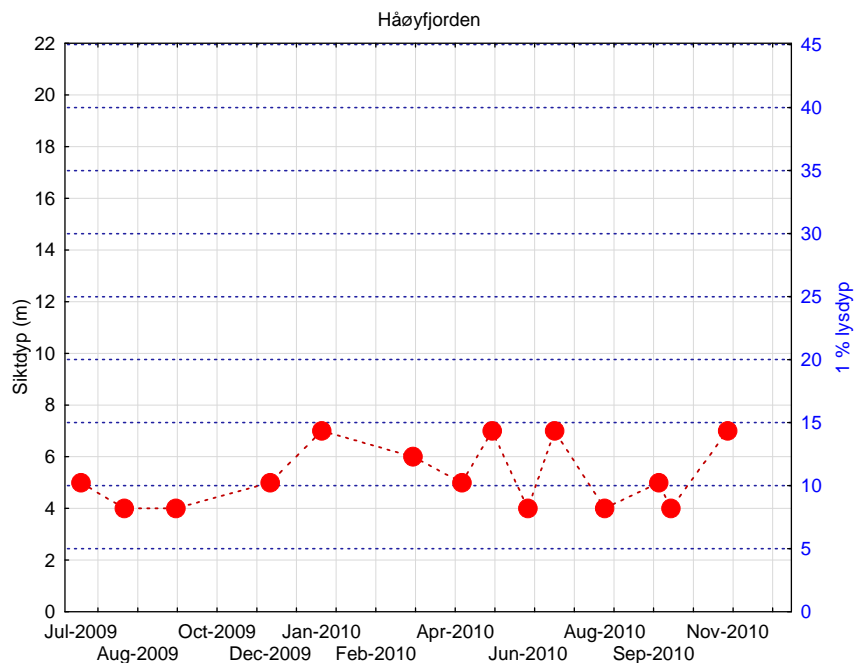
Siktdypobservasjonene vist i Figur 2.20 viser relativ liten variasjon i Nordfjorden (Østefjorden, Risør, Tabell 1, Figur 1.3). Siktdypet og 1 % lysdypet som ble målt varierte

mellom henholdsvis 5-11 meter og 10,25-22,5 meter. Minste siktdyp ble målt i august 2009 og november 2010 og største siktdyp ble målt i desember 2009.



Figur 2.20. Siktdypmålinger (m) og beregnet 1 % lysdyp fra V-3 Nordfjorden.

Variasjonen i Håøyfjorden (Tabell 1, Figur 1.2) var enda lavere enn i Nordfjorden og sikt- og lysdypet varierte mellom henholdsvis 4-8 meter og 8,2-16,4 meter (Figur 2.21). Det er ingen observasjoner som markerer seg i måleperioden, men høyest siktdypobservasjon ble gjort i januar 2010, mai, juli og november og den laveste siktdypobservasjonen er gjort i august 2009, september, juni 2010, august og oktober.

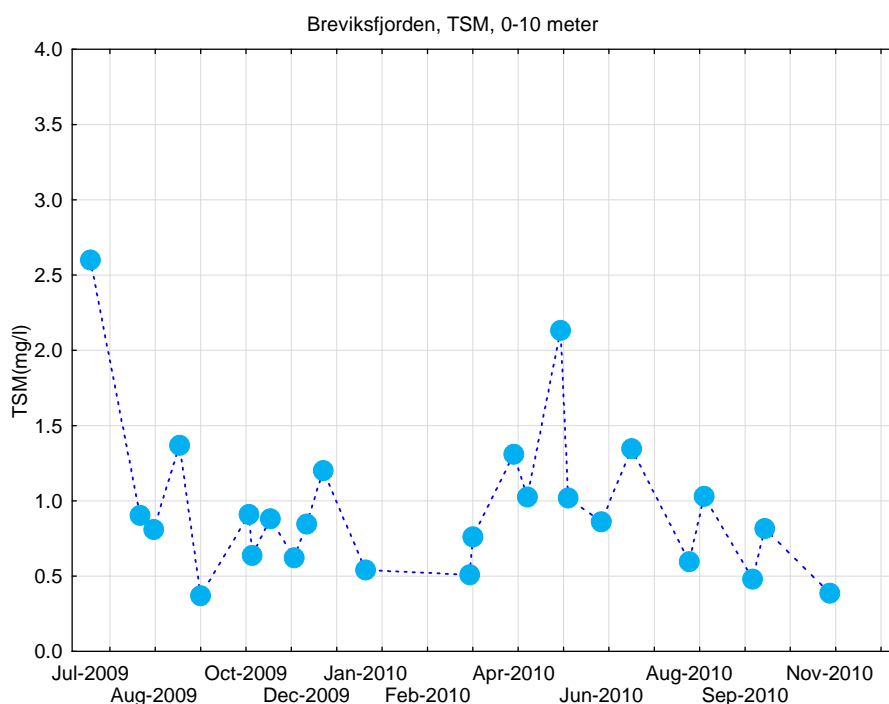


Figur 2.21. Siktdypmålinger (m) og beregnet 1 % lysdyp (m) fra V-1 Håøyfjorden.

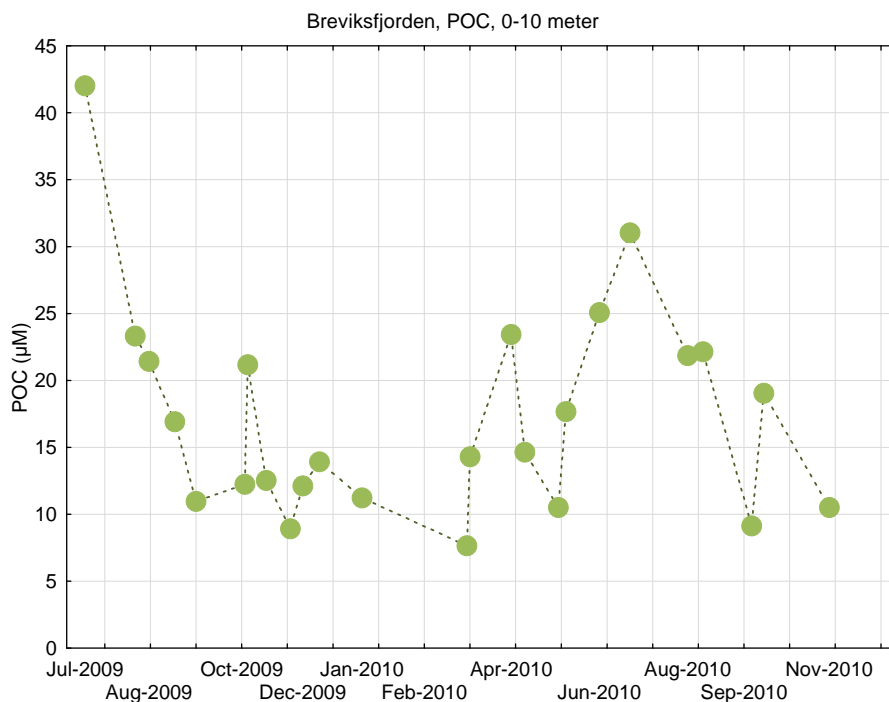
2.4 Partikler i vannet

Breviksfjorden

Sikt- og lysdypet påvirkes i stor grad av mengden partikler i vannet. Den høyeste partikkelkonsentrasjonen (TSM) i Breviksfjorden (Tabell 1, Figur 1.2) i ble målt i juli 2009 og mai 2010 (Figur 2.22). Resten av perioden varierte TSM-verdiene mellom 0,5 og 1 mg/l. De høyeste POC-verdiene i Breviksfjorden ble målt september 2009 og mai 2010 med 30 til 40 μM og varierende mellom 10 og 20 ellers i måleperioden. I november 2009 og i april 2010 er det høyeste siktdypet målt, på henholdsvis 11.4 og 12 meter (Figur 2.17).



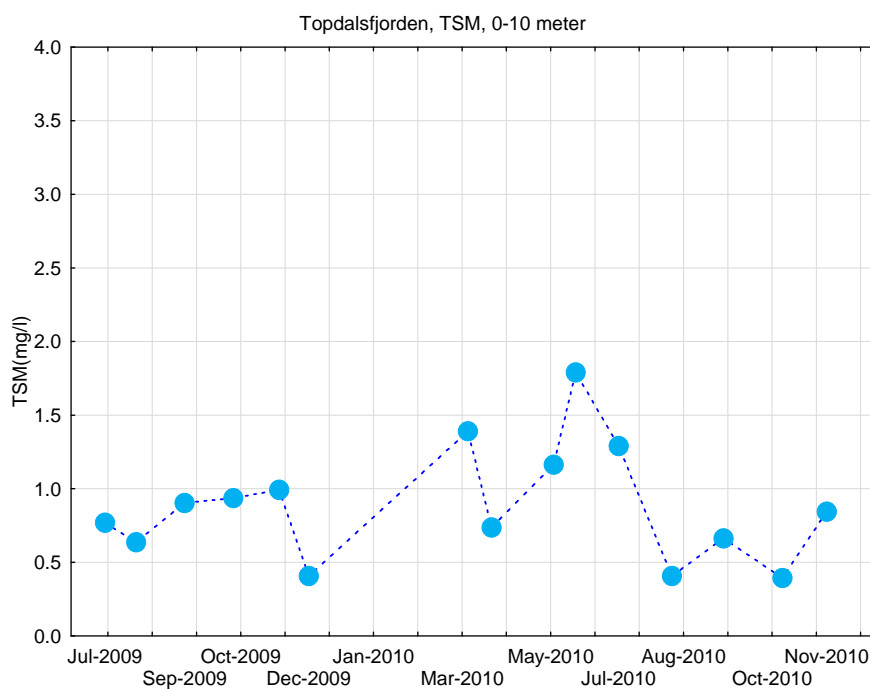
Figur 2.22. TSM-målinger (mg/l) i Breviksfjorden V-2 i 0-10 meter.



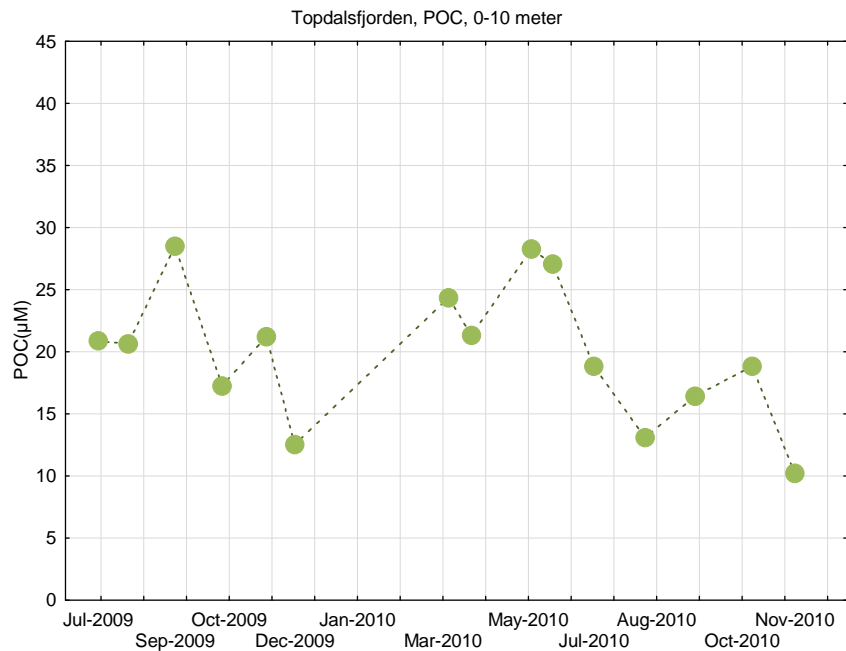
Figur 2.23. POC-målinger (μM) fra Breviksfjorden V-2 i 0-10 meter.

Topdalsfjorden

I Topdalsfjorden (Tabell 1, Figur 1.3) var partikkelkonsentrasjonen høyest i sommermånedene, og lavest på sensommeren og fra sen høst til tidlig vinter (Figur 2.24). Den høyeste partikkelkonsentrasjonen var lavere enn den høyeste partikkelkonsentrasjonen i Breviksfjorden. Karbonkonsentrasjonen (POC, partikulært organisk carbon, Figur 2.25) viste ingen ekstremverdier, men varierte mye gjennom måleperioden, og også siktdypet viste store forskjeller i måleperioden (Figur 2.18).



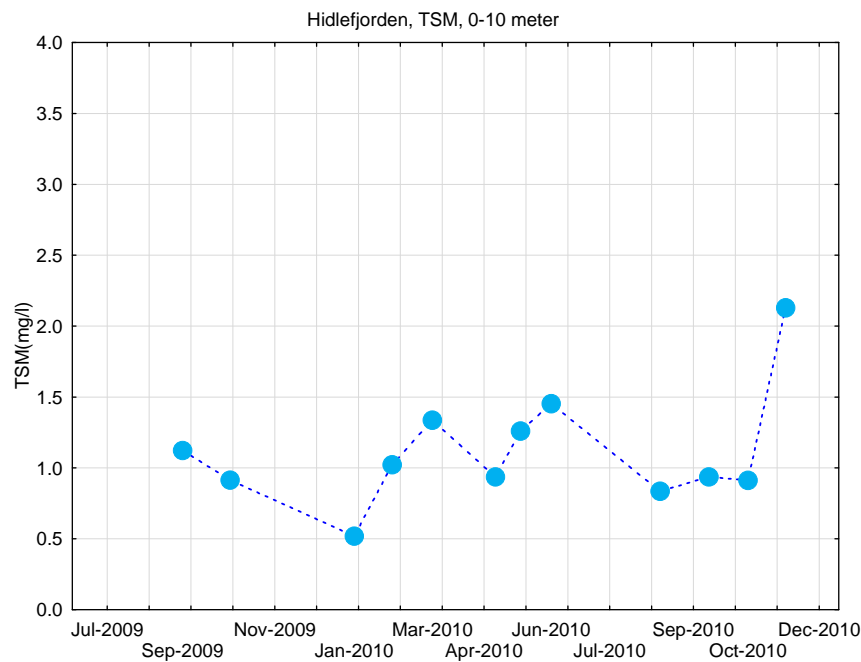
Figur 2.24. TSM-målinger (mg/l) fra Topdalsfjorden V-4 i 0-10 meter



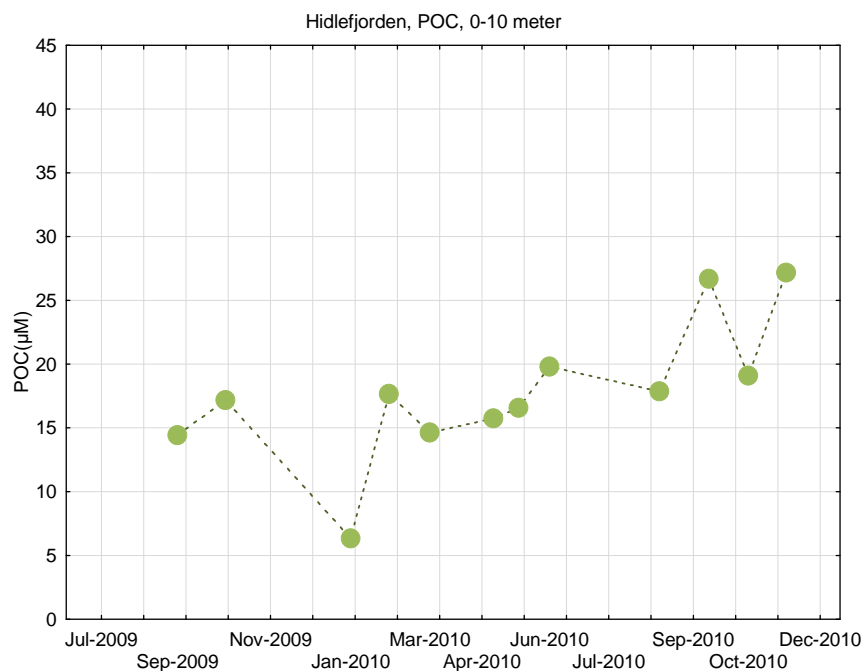
Figur 2.25. POC-målinger (μM) fra Topdalsfjorden V-4 i 0-10 meter.

Hidlefjorden

Partikkelkonsentrasjonen fra Hidlefjorden (Tabell 1, Figur 1.4) varierte gjennom måleperioden, og hadde et minimum i januar 2010 (Figur 2.26). I likhet med i Breviksfjorden og Topdalsfjorden varierte konsentrasjonene rundt 1 mg/l. Januar 2010 skilte seg også ut både når det gjelder karbonkonsentrasjonen (Figur 2.27) og siktdypet (Figur 2.19) med et tydelig karbonminimum denne måneden og med stort siktdyp (20 meter). De høyeste karbonkonsentrasjonene ble målt i oktober og i desember 2010. Til tross for høye partikkel- og karbonkonsentrasjoner var siktdypet fortsatt godt i desember 2010 (16 meter).



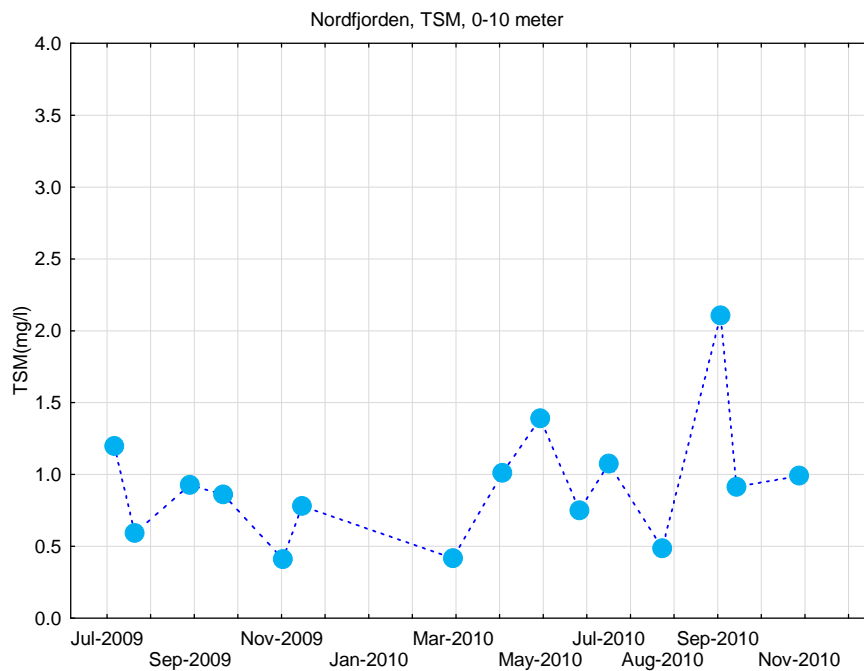
Figur 2.26. TSM-målinger (mg/l) fra Hidlefjorden V-5 i 0-10 meter



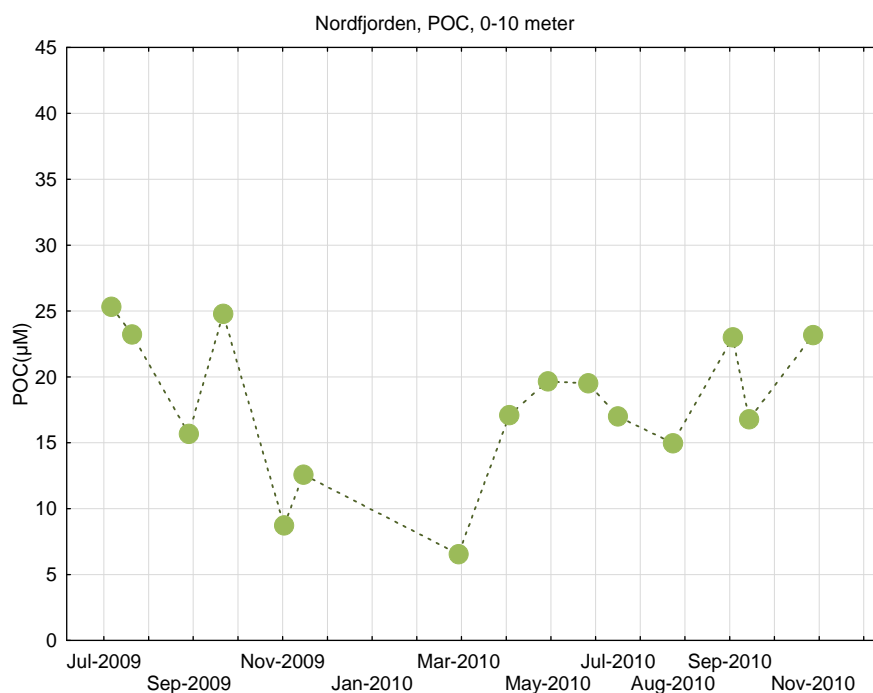
Figur 2.27. POC-observasjoner (µM) fra Hidlefjorden V-5 i 0-10 meter.

Nordfjorden

Maksimal partikkelkonsentrasjonen gjennom måleperioden i Nordfjorden (Østerfjorden, Risør Tabell 1, Figur 1.3) ble målt i september 2010 (Figur 2.28). Maksimalverdien kan ikke ses i karbonkonsentrasjonen i Figur , og siktdypet er et av de beste som ble målt gjennom hele måleperioden med 9 meter (Figur 2.20). Det er ellers ikke målt en markert minimumsverdi for partikkelkonsentrasjonen, og flere målinger viser lave verdier. For karbonkonsentrasjonen er den laveste verdien målt i mars 2010.



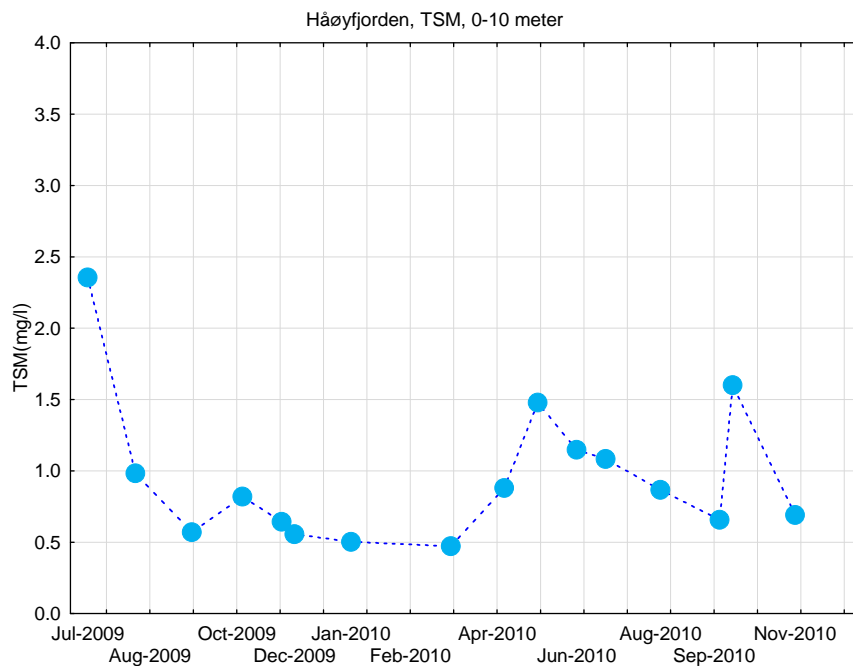
Figur 2.28. TSM-målinger (mg/l) fra Nordfjorden V-3 i 0-10 meter



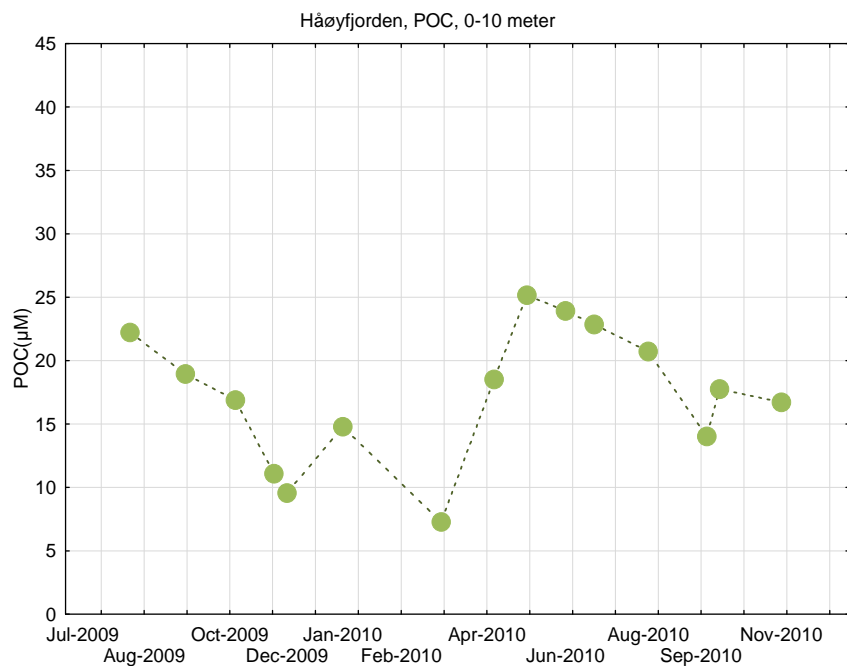
Figur 2.29. POC-målinger (µM) fra Nordfjorden V-3 i 0-10 meter.

Håøyfjorden

I Håøyfjorden (Tabell 1, Figur 1.2) ble det gjort tre målinger med høye verdier, juli 2009 og mai og oktober 2010 (Figur 2.30). Den høyeste karbonkonsentrasjon ble målt i mai 2010 (Figur 2.31). Det ble målt både stort og lite siktdyp i Håøyfjorden (Figur 2.21), men det er ingen perioder som skiller seg ut.



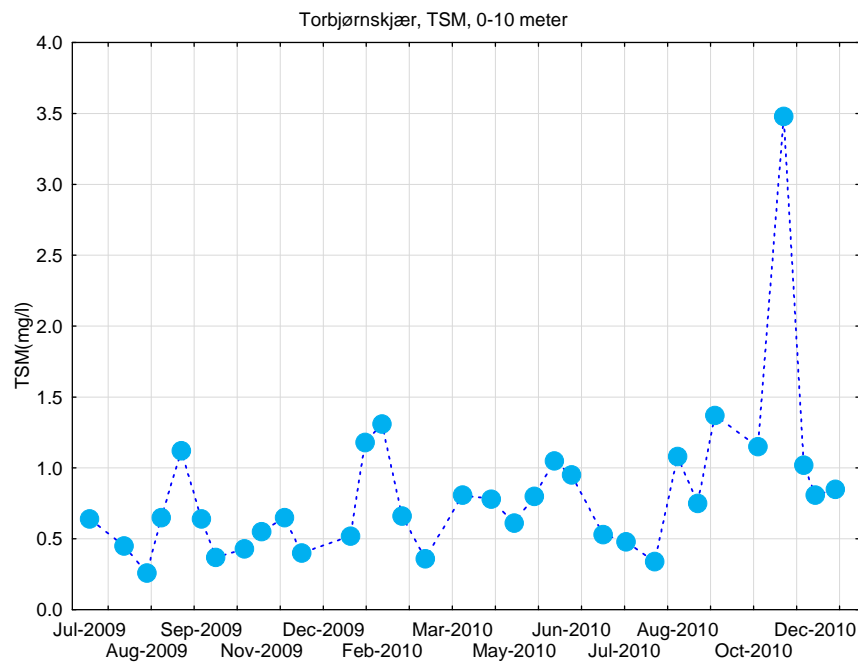
Figur 2.30. TSM-målinger (mg/l) fra Håøyfjorden V-1 i 0-10 meter



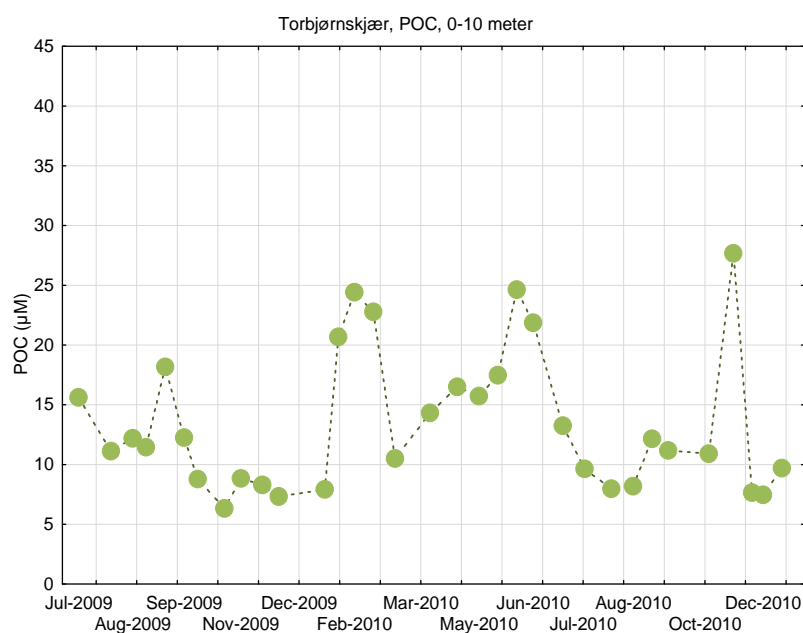
Figur 2.31. POC-målinger (µM) fra Håøyfjorden V-1 i 0-10 meter.

Torbjørniskjær

Figur 2.32 viser at partikkelkonsentrasjonen varierte mye på Torbjørniskjær (Tabell 1, Figur 1.2). I november 2010 ble det målt en maksimalverdi på 3,5 mg/l i en periode der verdiene ellers lå rundt 1. Dette maksimalpunktet kan også ses i karbonkonsentrasjonen i Figur 2.33. Gjennom måleperioden var det godt samsvar mellom variasjonen i partikkel- og karbonkonsentrasjonene. Siden dette er observasjoner fra Ferrybox ble det ikke gjort siktdypsobservasjoner.



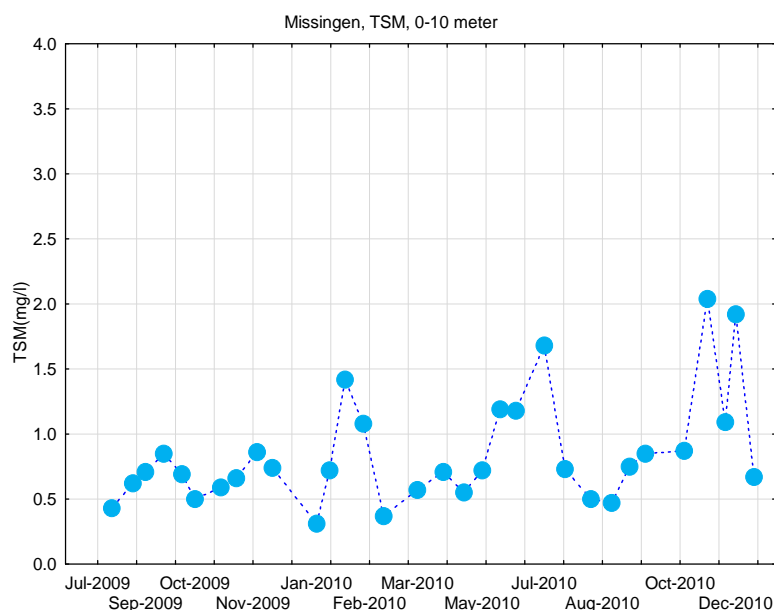
Figur 2.32. TSM-målinger (mg/l) fra Torbjørnskjær OF-1 i 0-10 meter



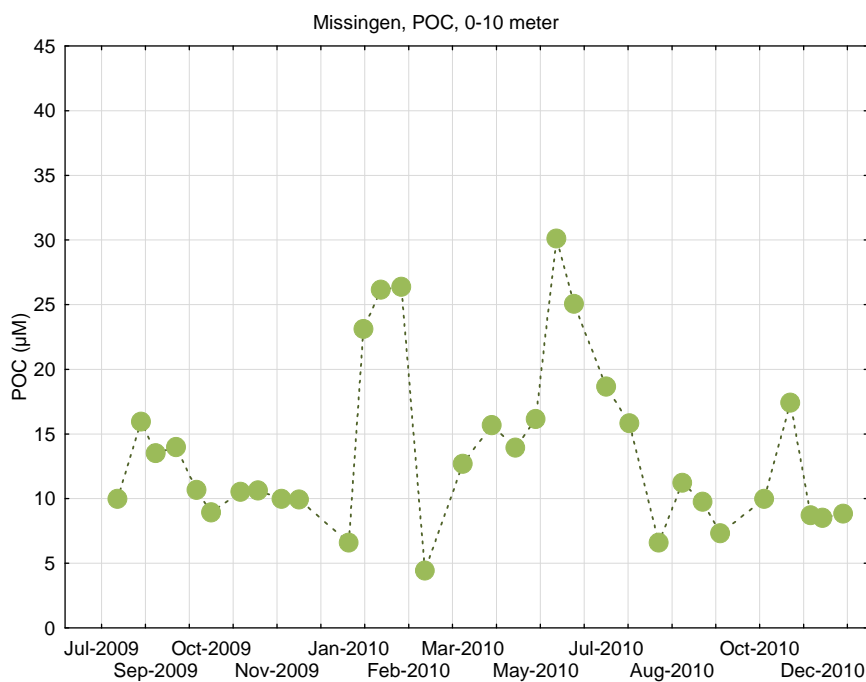
Figur 2.33. POC-målinger (µM) fra Torbjørnskjær OF-1 i 0-10 meter.

Missingen

Flere høye partikkelkonsentrasjoner ble målt ved Missingen (Tabell 1, Figur 1.2), enn ved Torbjørnskjær (Figur 2.34). I februar, juli november og desember 2010 ble det målt høye verdier sammenlignet med de resterende observasjonene. Karbonkonsentrasjonen i februar 2010, juli og desember var høyere sammenlignet med de øvrige observasjonene i måleperioden og samsvarer med de høye partikkelkonsentrasjonene (Figur 2.35). Som for Torbjørnskjær er dette Ferrybox-målinger og det ble derfor ikke utført siktdypsobservasjoner på Missingen.



Figur 2.34. TSM-målinger (mg/l) fra Missingen OF-2 i 0-10 meter.

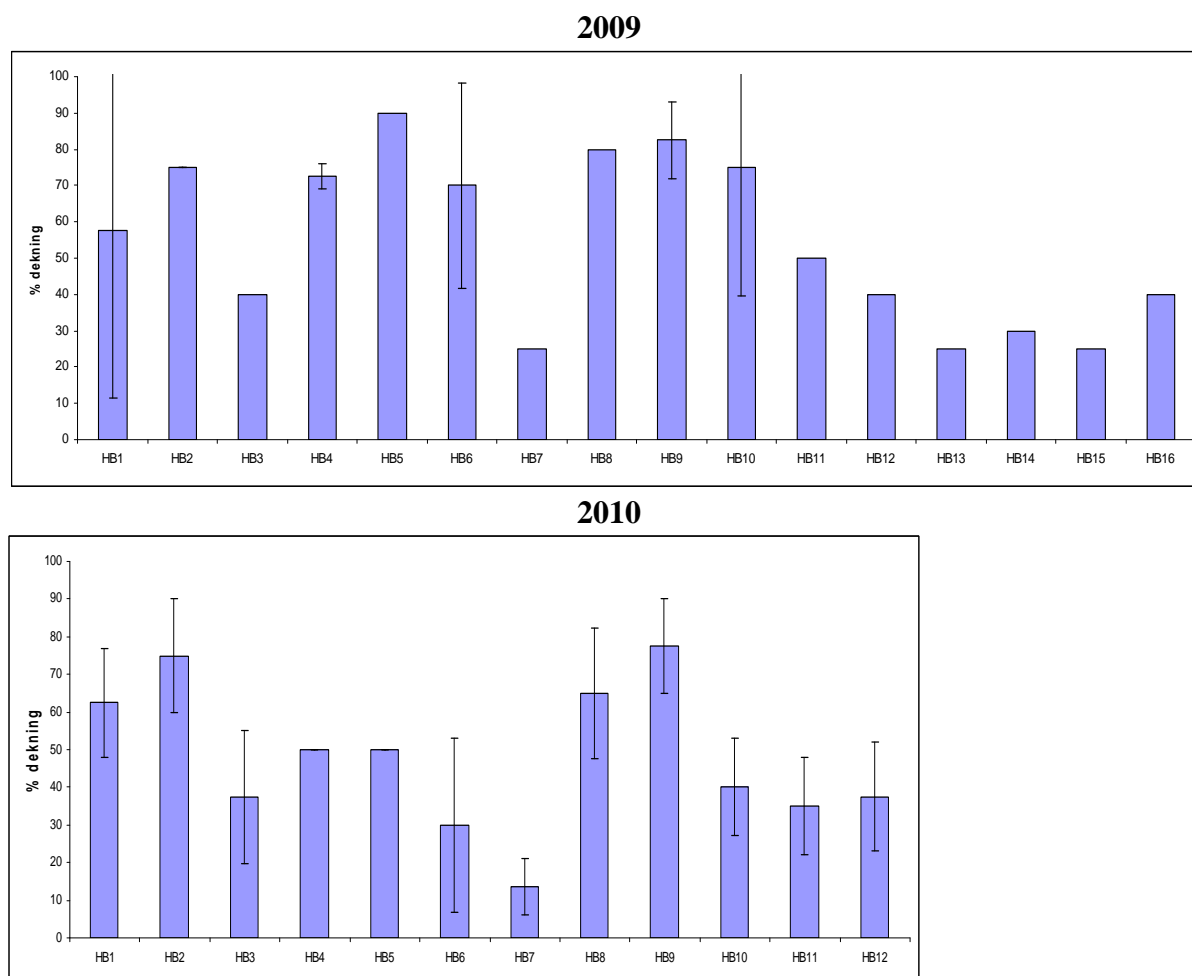


Figur 2.35. POC-målinger (µM) fra Missingen OF-2 i 0-10 meter.

2.5 Sediment på bunnen

Sediment som dekker bunnen kan hindre tare-gametofytter i å bunnslå og spire (Moy et al. 2008), og kan også virke negativt på en rekke andre organismer tilpasset hard bunn. Mengde sediment som ble registrert i ruter på dykkestasjonene er vist i figur 2.36. Mengden sediment som akkumulerer på bunnen bestemmes både av tilførsler (kapittel 2.4) og vannbevegelse på bunnen. Det var mer sediment på bunnen i Skagerrak enn på Vestlandet, og de stasjonene som ligger mest beskyttet (f eks. stasjon HB9 Bertilsbukta) var mer dekket av sediment enn stasjoner lengre ut (f eks. stasjon HB7 Homborøy). Det ble generelt registrert mer sediment i

august 2009 enn i juni 2010. Dette er mest sannsynlig et resultat av at registreringene i 2009 ble gjort senere på sommeren enn i 2010. På flere stasjoner, f. eks. HB6 Tvillingholmen og HB10 Tregde varierer imidlertid sedimentmengden mye. På begge disse ble det registrert lite sediment i Sukkertareprosjektet i 2005 og 2007 (Statusrapport nr.1, Moy et al. 2006, og Statusrapport nr.3, Moy et al 2008). Også på HB7 Homborsund ble det registrert lite sediment på bunnen i Sukkertareprosjektet. Denne stasjonen ligger langt ut og her er forholdene stabilt gode.



Figur 2.36. Registrert mengde sediment, som prosent dekningsgrad, i ruter på 7-8 m dyp på dykkerstasjonene i 2009 og 2010 (\pm standardavvik). HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

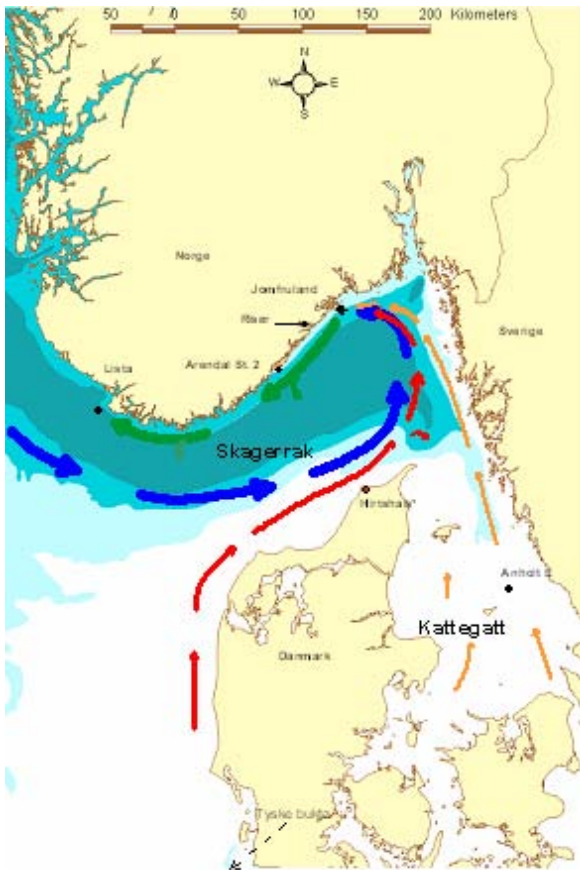
3. Tilførsler av næringssalter til indre kyst

Langtransporterte tilførsler av næringssalter til den norske kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert de siste årene. Den totale vannføringen i Glomma avvek i 2010 lite fra normalen, men var mindre enn foregående år. Vårflommen uteble og fjellflommen startet i juni med varighet ut i oktober. På Vestlandet var vannføringen lav vinterstid Tilførselen av Tot-N, Tot-P og Tot-C pr. år gikk noe ned i 2010 sammenlignet med 2009, med unntak av Glomma hvor tilførselen var som i 2009.

Næringssalter tilføres et område på ulike måter. Innblanding av næringssalter fra dypere liggende vannmasser skjer på grunn av høst- og vinterstormer eller på grunn av utskiftninger av intermediært- og dypvann. I enkelte områder vil oppstrømssituasjoner ("upwelling") bidra med betydelige mengder næringssalter. I mange fjordsystemer vil tilførsel av næringssalter fra større vassdrag dominere. Langs Skagerrakkysten og deler av Nordsjøen vil transport med havstrømmer av næringssalter fra sørlige områder med også være en betydelig kilde til næringssalter.

Langtransporterte tilførsler

Forurensning fra Tyskebukta, sørlige Nordsjøen og Kattegat, føres med havstrømmer mot den norske Skagerrakkysten (Figur 3.1). Transporten av vann fra sørlige deler av Nordsjøen med Jyllandsstrømmen til Skagerrak er vindavhengig, og størst i år med sterke sørlige vinder. Det er beregnet at overflatekystvannet (0-30 m) utenfor Arendal er en blanding av vann fra sørlige og sentrale deler av Nordsjøen (ca. 57 %), overflatevann fra Kattegat (ca. 26 %) og vann fra Tyskebukta (ca. 17 %, Aure og Magnusson 2008). Selv om mengden vann fra Tyskebukta er mindre i forhold til andre kilder er dette vannets bidrag til nitrogenkonsentrasjonen i kystvannet betydelig. Estimer som er foretatt viser at så mye som 70-75% av nitratet ved Arendal i vinter-/vårperioden har sin opprinnelse i Tyskebukta. Tilførselen av fosfat er mer jevn fordelt med ulike vannmasser, med ca 30-40 % fra Tyskebukta (Aure og Magnusson 2008, Aure et al 2011). Den betydelige økningen i nitratkonsentrasjonen i kystvannet i Skagerrak fra perioden 1975-1980 til 1990-95 skyldtes hovedsakelig at det var en økning av nitrat i Tyskebukta (ca 150 % i samme periode). Etter 1995 har det imidlertid vært en gradvis reduksjon i nitratkonsentrasjon både i Tyskebukta og Skagerrak. For perioden 2000-2005 er gjennomsnittlig konsentrasjon i vinter-/vårperioden redusert til 1980-nivå. Beregninger av langtransporterte næringssalter (nitrat) til kystvannet i indre Skagerrak viser at det har vært en reduksjon på 25-30% i 5-30 meters dyp siden midten av 90-tallet. I de øvre meterne (0-5 meter) er reduksjonen på ca 15 % (Aure et al 2010).

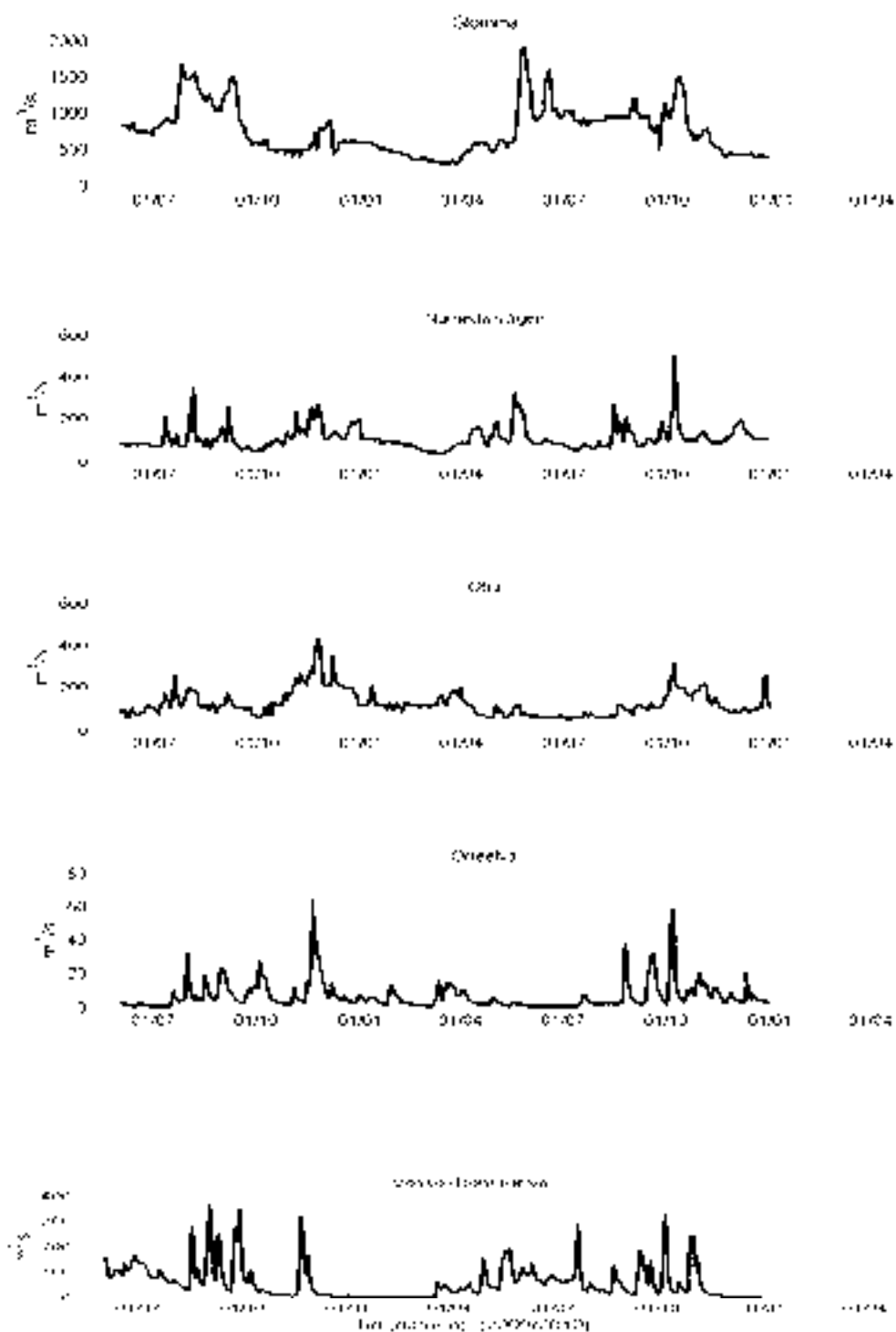


Figur 3.1. Forenklet bilde over strømmene i Skagerrak. Jyllandstrømmen (røde piler) fører vann fra sydlige del av Nordsjøen inn i Skagerrak hvor Jyllandsstrømmen blandes med ferskere vann fra Kattégatt (oransje piler) og salt Atlanterhavsvann (blå piler). Den norske kyststrømmen (grønne piler) er en lagdelt blanding av lokale elvetilførsler og ulike havstrømmer.

Lokale tilførsler

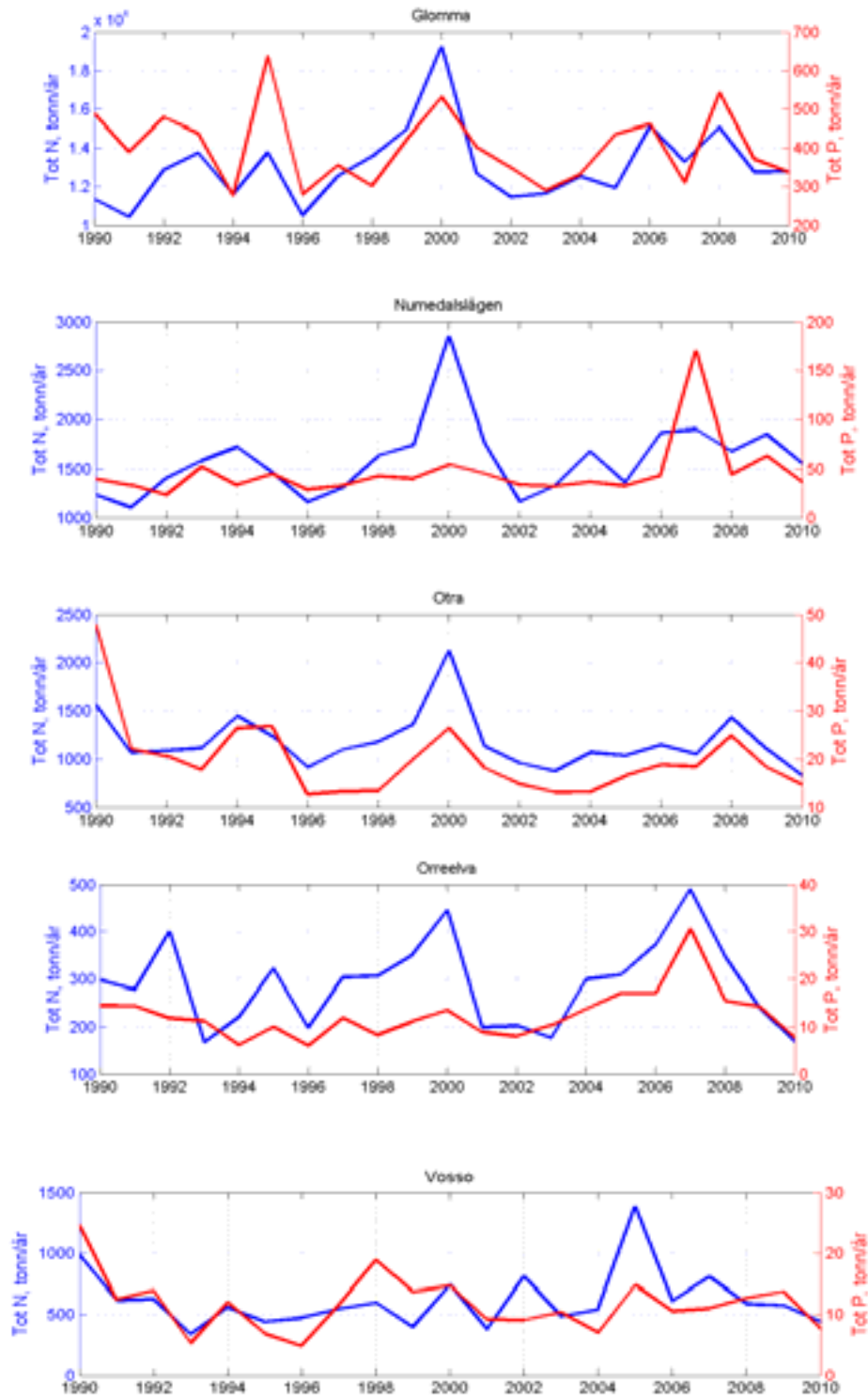
Elver fører med seg forurensning fra jordbruk og skogbruk og vassdragsregulering påvirker mengden partikler og næringssalter som skylles ut i kystvannet (Syvertsen et al. 2009). Også havbruk, renseanlegg og industri er betydelige lokale kilder til næringssalter og partikler. Omfattende rensing av avløp har redusert utslippene av nitrogen fra byer til Skagerrak, mens økning i akvakulturvirksomheten på Vestlandet har økt tilførslene av næringssalter fra oppdrett.

Vannføringen i utvalgte elver på Østlandet, Sørlandet og Vestlandet vist i Figur 3.2 Glomma, som renner ut i Ytre Oslofjord, har de største tilførslene av ferskvann til Skagerrak. Figuren viser at vannføringen var som normalt i vintermånedene i 2010, lav gjennom mai til juni, som normalt i juli og høyere enn normalen fra august til oktober på Østlandsområdet. Generelt drenerer Glomma et stort nedbørsfelt med mange bassenger. Dette resulterer i lange perioder med høy vannføring. Vannføringen i Numedalslågen er generelt mindre og med kortere vannføringstopper enn Glomma. Numedalslågen hadde i 2010 en kort flomtopp i mai og høy vannføring i en kort periode i oktober. Vannføringen i Otra på Sørlandet er generelt lavere enn Glomma, men har vannføring omtrent som Numedalslågen. I 2010 ble det i likhet med på Østlandet registrert få perioder med økt vannføring tidlig på året, men enkelte vannføringstopper i oktober. Vannføringen i elvene på Vestlandet var lav vinterstid i 2010 uten flomtopper i vintermånedene både i Suldalslågen og Vosso. Dette skyldes lave temperaturene denne vinteren. I april-mai økte vannføringen i Vosso og i august i Orreelva.



Figur 3.2. Vannføring (døgnmiddel m³/s fra og med 1. juni 2009 til og med desember 2010) i elvene Glomma, Numedalslågen, Otra, Orrelva og Vosso. Merk ulik skala på y-aksene (Kilde: RID).

Beregninger viser at de årlige tilførslene av næringsalter fra elver 1990-2010 domineres av Glomma på Østlandet (Figur 3.3). I hele denne perioden har det vært store år-til-år variasjoner med en tydelig topp for både Tot-N og Tot-P i 2000 for elvene presentert fra Østlandet, Sørlandet og Vestlandet med unntak av Vosso. I 2010 gikk tilførslene noe ned for alle elvene presentert, med unntak av Glomma hvor tilførselen var omtrent som i 2009 (men lavere enn i 2008).



Figur 3.3. Beregnede elvetilførsler av Tot-N og Tot-P i tonn per år for elvene Glomma, Numedalslågen, Otra, Ornelva og Vosso. Merk ulik skala på y-aksene (Kilde: RID).

Østlandet

Glomma har stor påvirkning på Ytre Oslofjord. De totale tilførslene av nitrogen og fosfor for hele året var stort sett uendret i 2010 sammenlignet med året før. I 2010 startet vårflommen i mai, sammenlignet med april i 2009. På grunn av flom tidlig på året kan tilførslene ha vært høye i perioden før hardbunnsundersøkelsene ble gjennomført i ytre Oslofjord. Det er generelt store år-til-år variasjoner i transporten av næringssalter til Ytre Oslofjord og det kan være viktig for bunnsamfunnene. Spesielt tydelige var flommene i 1995, 2000 og 2008. Tilførslene fra Numedalslågen gikk ned i 2010 sammenlignet med året før.

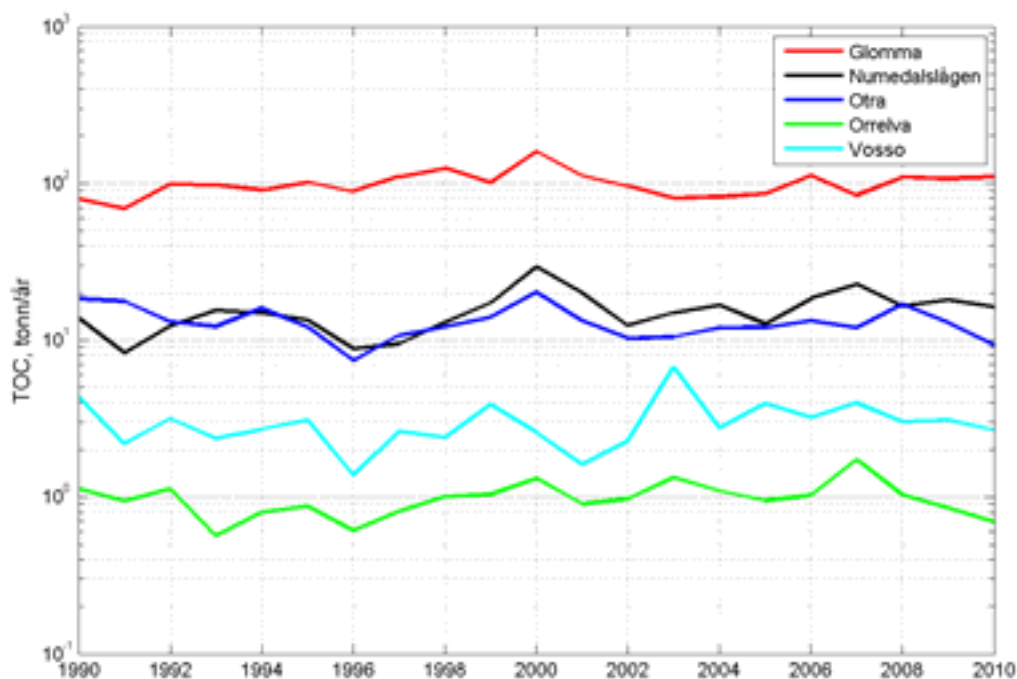
Sørlandet

Elvetilførsler til Sørlandet representert ved tilførselsberegninger fra Otra var lavere i 2009 og 2010 enn 2008, etter flere år med oppgang. Det var ingen spesielt høy vannføring tidlig på året i Otra. En klar tilførselstopp fra Otra er å se i 2000, som for Østlandet.

Vestlandet

Tilførsler av nitrogen og fosfor fra Orreelva viser nedgang de siste tre årene, etter en økning fra 2003 til 2007. Orreelva representerer tilførsler fra jordbruksområder i dette området. Vosso renner ut i Bolstadfjorden og tilførslene i 2010 var noe mindre eller omtrent som i 2009.

De totale tilførslene av organisk karbon (TOC) til Ytre Oslofjord har vært store de siste to årene via Glomma og Numedalslågen (Figur 3.4). Tilførselen på Vestlandet, gjennom Orreelva og Vosso, er lavest sammenlignet med de andre presenterte elvene fra Østlandet og Sørlandet, mens på Sørlandet er tilførselen i mengde mellom den på Østlandet og Vestlandet. Siden 2008 har tilførselen gått ned for alle elvene med unntak av Glomma hvor TOC-tilførselen har vært nokså lik 2008.



Figur 3.4. Beregnede elvetilførsler av organisk karbon (TOC) i 1000 tonn pr. år (1990-2010) for elvene Glomma, Numedalslågen, Otra, Orreelva og Vosso.

4. Vannkvalitet på indre kyst

For overvåkningsstasjonene i Skagerrak resulterte en vannutskiftningsepisode på vinteren 2009-2010 i økte nærings saltkonsentrasjonen i første halvdel av året. I løpet av høsten og tidlig vinter 2009 økte mengden nitrogen og fosfat i overflatelaget.

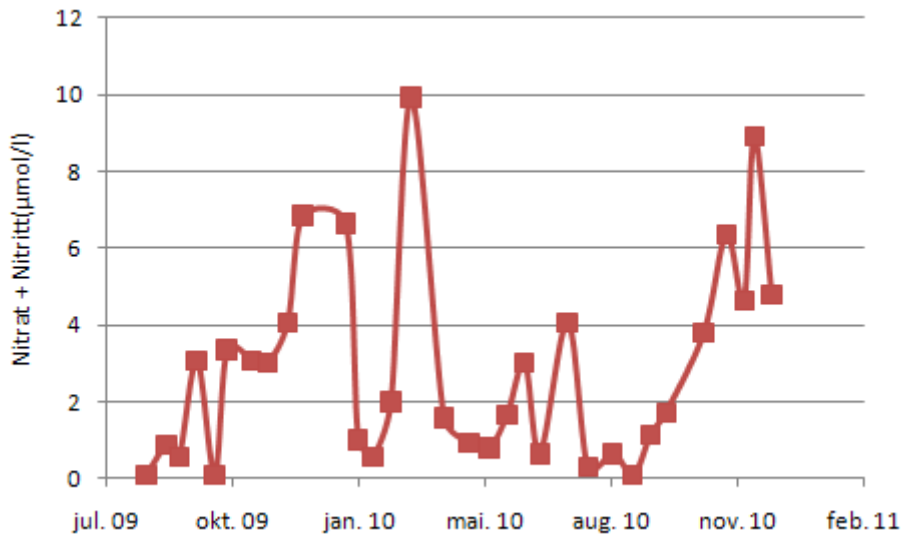
For alle stasjonene i Skagerrakområdet fant våroppblomstringen sted i slutten av januar og til februar i 2010. Dette er betydelig tidligere enn det som anses som normalt for våroppblomstringen og kan ha redusert vannkvaliteten tidlig på året når alger på bunnen spirer. Planteplanktonproduksjonen i sommerperioden var omtrent på samme nivå i 2009 og 2010. Ingen av lokalitetene hadde en markant høstoppblomstring. I Nordfjorden ble det imidlertid registrert en oppblomstring i november.

Klassifisering basert på næringsalter viser at de fleste stasjonene kommer ut i tilstandsklasse I eller II (meget god til god). Eneste stasjon som skiller seg ut fra dette mønsteret er Breviksfjorden som plasseres i tilstandsklasse III (mindre god) i sommerperioden både i 2009 og 2010. Klassifisering ved bruk av siktdyp varierer fra tilstandsklasse IV (dårlig, Breviksfjorden) til I (meget god, Topdalsfjorden 2009 og Hidlefjorden 2010). Klassifisering basert på oksygenkonsentrasjon i bunnvannet viser til dels dårlig tilstand, men med stor variasjon mellom stasjonene (klasse II til V) og mellom årene for enkelte stasjoner. Lengre perioder med dårlige oksygenforhold kan virke negativt på bunndyrsamfunn, men påvirker ikke organismer på grunt vann direkte..

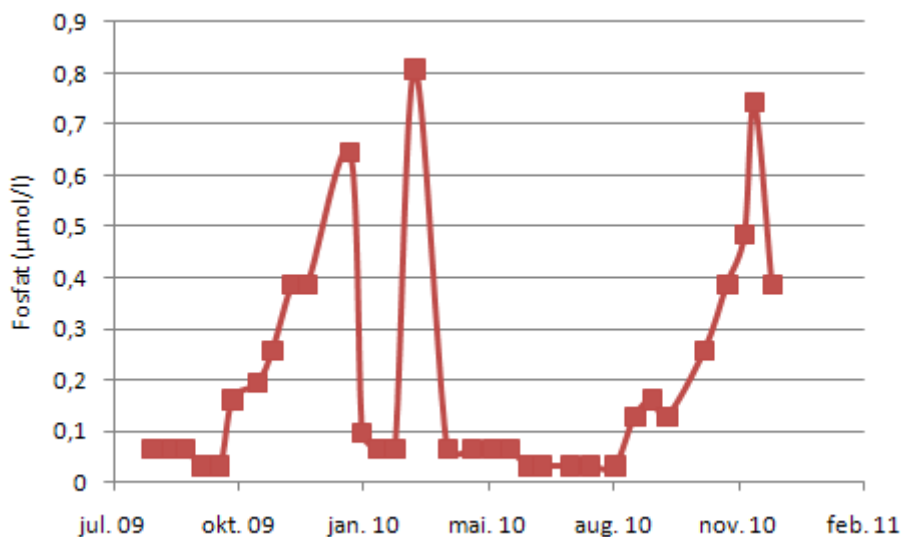
For å beskrive vannkvaliteten ved de ulike stasjonene er det tatt utgangspunkt i de parametere som er oppgitt i SFTs klassifiseringsveileder 97:03. For stasjonene i Skagerrak hadde en vannutskiftningsepisode på vinteren 2010 betydning for nærings saltkonsentrasjonen i første halvdel av året.

Oslofjorden

I løpet av høsten og tidlig vinter 2009 økte mengden nitrogen og fosfat i overflatelaget gjennom omrøringsprosesser. I desember og tidlig januar var verdiene noe lavere enn observert de senere årene. Tidlig våroppblomstring førte til en rask nedgang i fosfat- og nitrogenkonsentrasjon frem til slutten av januar. Innstrømning av vannmasser med høy saltholdighet i februar/mars resulterte i en markant økning i nærings saltkonsentrasjonen på Missingen (Tabell 1, Figur 1.2) som er vist i Figur 4.1 og 4.2. I løpet av sommerperioden ble det registrert enkelte forhøyede verdier av nitrogen, knyttet til perioder med redusert saltholdighet i overflaten.



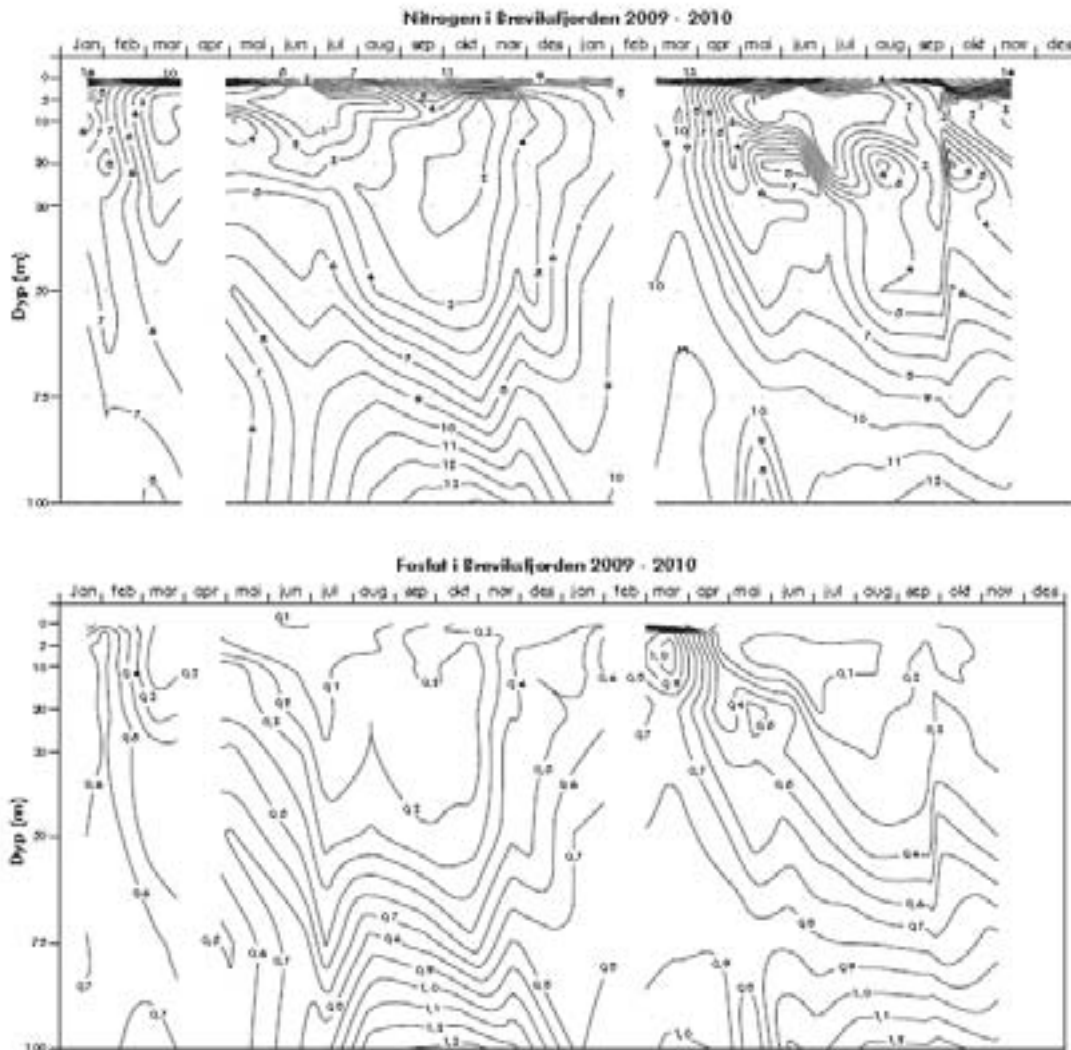
Figur 4.1. Nitrat + Nitritkonsentrasjon ($\mu\text{mol/l}$) ved OF-2 Missingen i perioden juli 2009 til desember 2010 på 4 meters dyp.



Figur 4.2. Fosfatkonsentrasjon ($\mu\text{mol/l}$) ved OF-2 Missingen i perioden juli 2009 til desember 2010 på 4 meters dyp.

Grenland

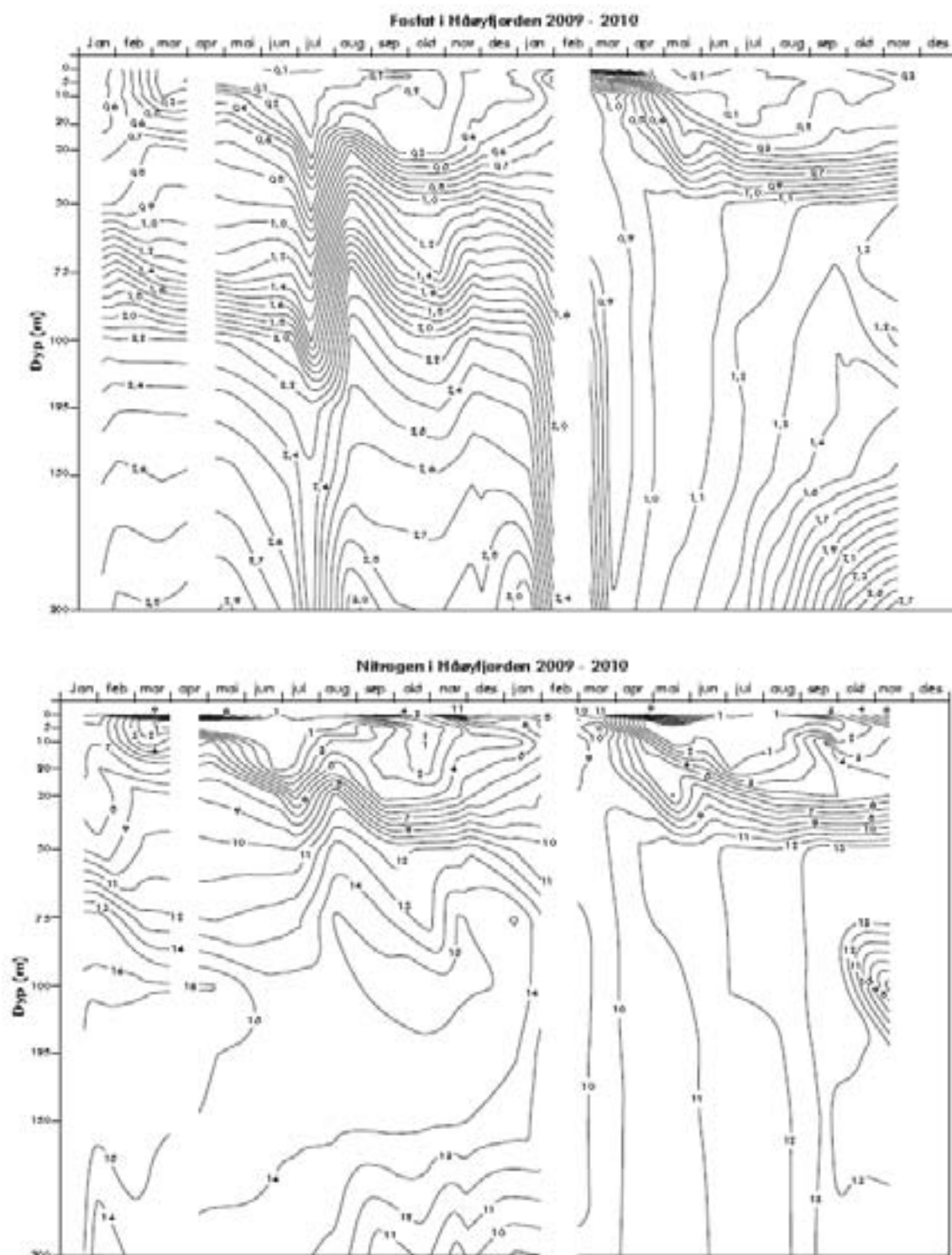
To stasjoner overvåkes i Grenlandsområdet, Håøyfjorden (V-1, Tabell 1, Figur 1.2) og Breviksfjorden (O-2, V-2). Breviksfjorden har mer jevn tilførsel av ferskvann fra land enn Håøyfjorden. Begge stasjonene hadde utskiftninger i dypvannet i løpet av høst- og vinterperioden 2009-2010. Tilførsel av ferskvann resulterte i relativt stabile og høye nitrogenkonsentrasjoner i overflatelaget (0-5 meter) i Breviksfjorden, med topper knyttet til spesielt store tilførsler. Januarverdiene i overflaten var i 2010 noe lavere enn i 2009. Dette henger sammen med tidlig planteplanktonoppblomstring i 2010 og større forbruk av næringssalter. Utskiftningen av vannmassene i februar/mars resulterte i høyere konsentrasjoner av fosfat og nitrogen i 2010 sammenlignet med 2009-målingene. Utover sesongen ble det observert reduksjon i næringssalter i dybdeintervallet 5 til 30 meter. I 2010 ble det registret noe høyere nitrogen, og periodevis fosfat, i dette vannsjiktet sammenlignet med 2009.



Figur 4.3. Mengde Nitrogen (nitrat + nitritt, $\mu\text{mol/l}$) og Fosfat ($\mu\text{mol/l}$) ved stasjonen Breviksfjorden V-2 i perioden januar 2009 til november 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram for Grenland.

Selv om det er mange likheter i utviklingen i næringsstoffs-konsentrasjoner mellom Håøyfjorden og Breviksfjorden skiller to forhold seg ut. Håøyfjorden har normalt svært lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet, noe som resulterer i en økt mengde fosfat (Figur 4.4). Dette er tydelig i 2009 hvor det ble registrert fosfatverdier over $2 \mu\text{mol/l}$ under ca 100 meters dyp. I forbindelse med utskiftningen vinteren 2010, ble disse vannmassene løftet høyere opp og blandet med det intermediære vann med lave fosfatkonsentrasjoner. Utover høsten økte fosfatkonsentrasjonen i dypvannet igjen, samtidig som oksygenivået gikk ned. Tilførsel av næringsrikt vann til overflaten finner også sted i Breviksfjorden. Utskiftningen førte til høyere nitrogenverdier i overflaten i februar/mars 2010 sammenlignet med 2009 ved begge lokalitetene. Utover våren og sommeren vil grad av ferskvannspåvirkning være viktig for mengden nitrogen i overflaten. Håøyfjorden har mer ujevn tilførsel av ferskvann til overflaten, noe som resulterer i større svingninger i nitrogenkonsentrasjonen sammenlignet

med Breviksfjorden som har en noe mer jevnt tilførsel. Økningen i april/mai falt sammen med en periode med stor avrenning og med lav saltholdighet og økte silikatverdier.

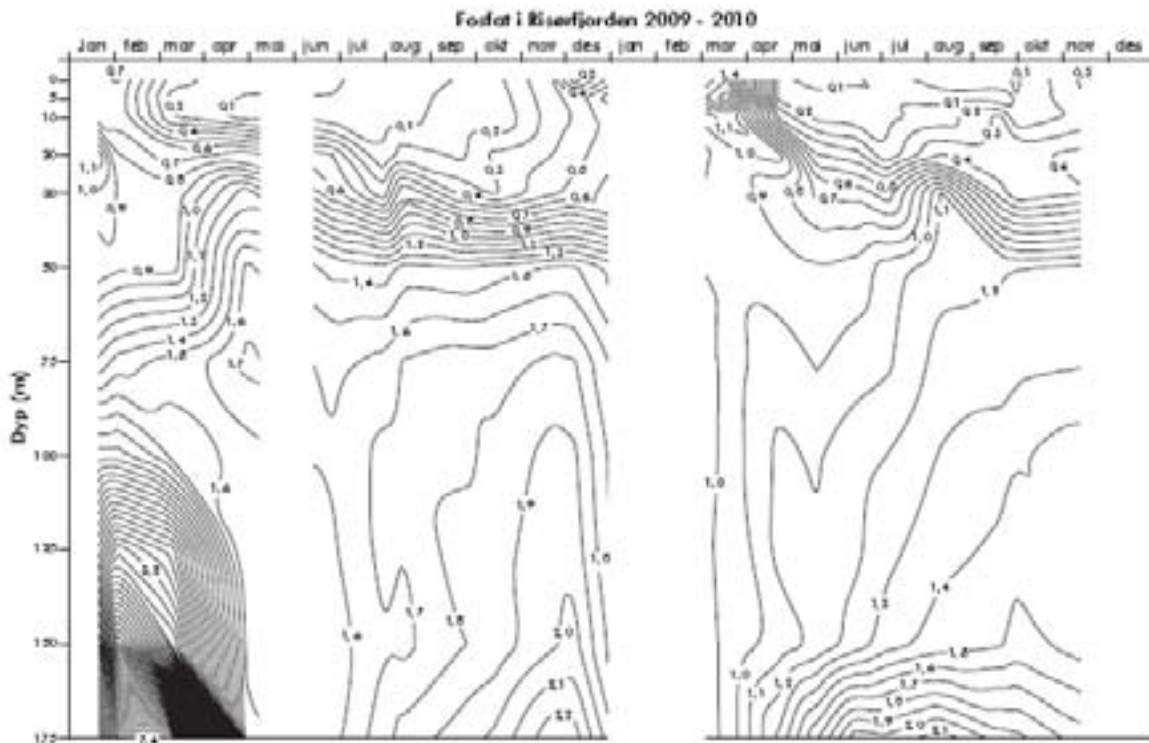


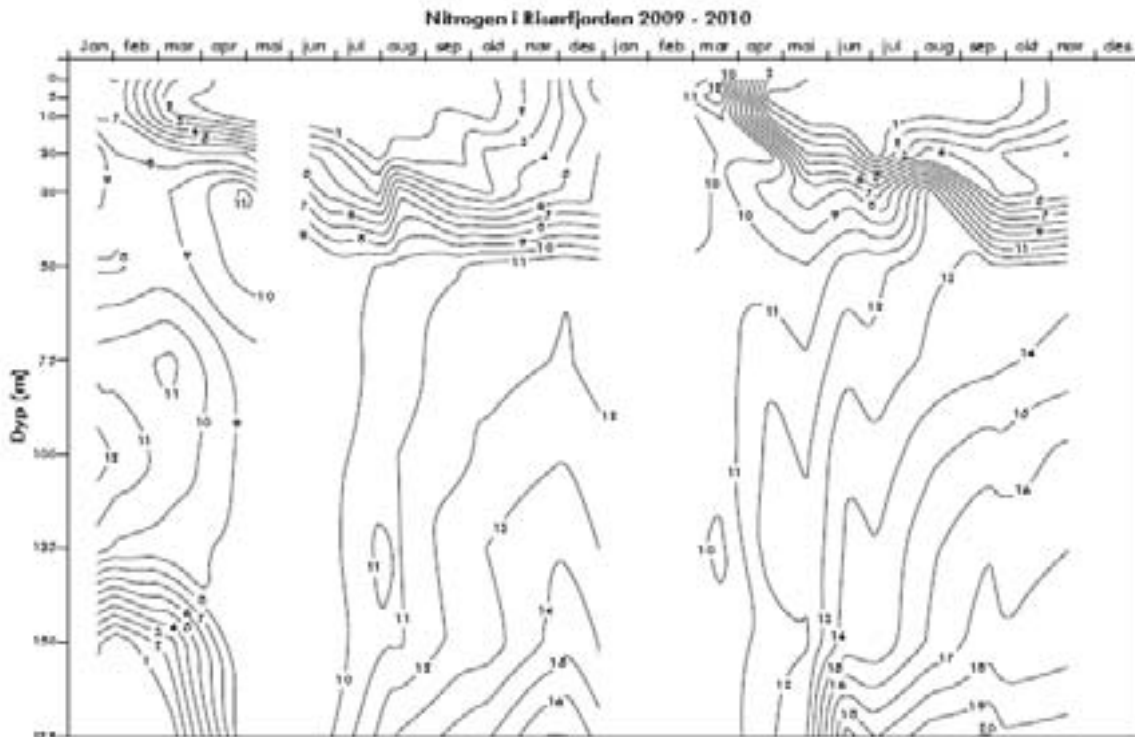
Figur 4.4. Nitrogen (nitrat + nitritt, $\mu\text{mol/l}$) og fosfat ($\mu\text{mol/l}$) ved stasjonen Håøyfjorden V-1 i perioden januar 2009 til november 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram for Grenland

Risør – Nordfjorden

Oksygenforholdene i Nordfjorden (V-3, Tabell 1, Figur 1.3) ved Risør var i lengre perioder dårlige i dypvannet. På grunn av lave oksygenmengder i dypvannet ble det registrert en oppkonsentrasjon av fosfat. Til forskjell fra Håøyfjorden i Grenland er det registrert to utskiftninger av dypvannet i perioden 2009 – 2010. Den første skjedde i mai 2009 og resulterte i en reduksjon i fosfatkonsentrasjonene i dypvannet (Figur 4.5) og en betydelig økning i oksygenkonsentrasjonen. En ny utskiftning fant sted vinteren 2009/2010, som førte til lavere fosfatkonsentrasjoner og forbedrede oksygenforhold i dypvannet. I løpet av sommeren og høsten var det en kraftig reduksjon i oksygenmengden i dypet, noe som resulterte i dårlige oksygenforhold på høsten 2010 enn i 2009 (Figur 5.8., Tabell 5.3).

Lokaliteten i Risør er i mindre grad enn de øvrige påvirket av ferskvannstilførsel. For de øvre 20 meterne var næringssaltforholdene forholdsvis like i 2009 og 2010 i Nordfjorden. Unntaket var noe høyere næringssaltkonsentrasjoner i mars og april i 2010 sammenlignet med samme periode i 2009. Den relativ høye nitrogenkonsentrasjon i denne perioden skyldes utskiftningen av dypvannet og innblanding av intermediære vannmasser i overflatelaget.

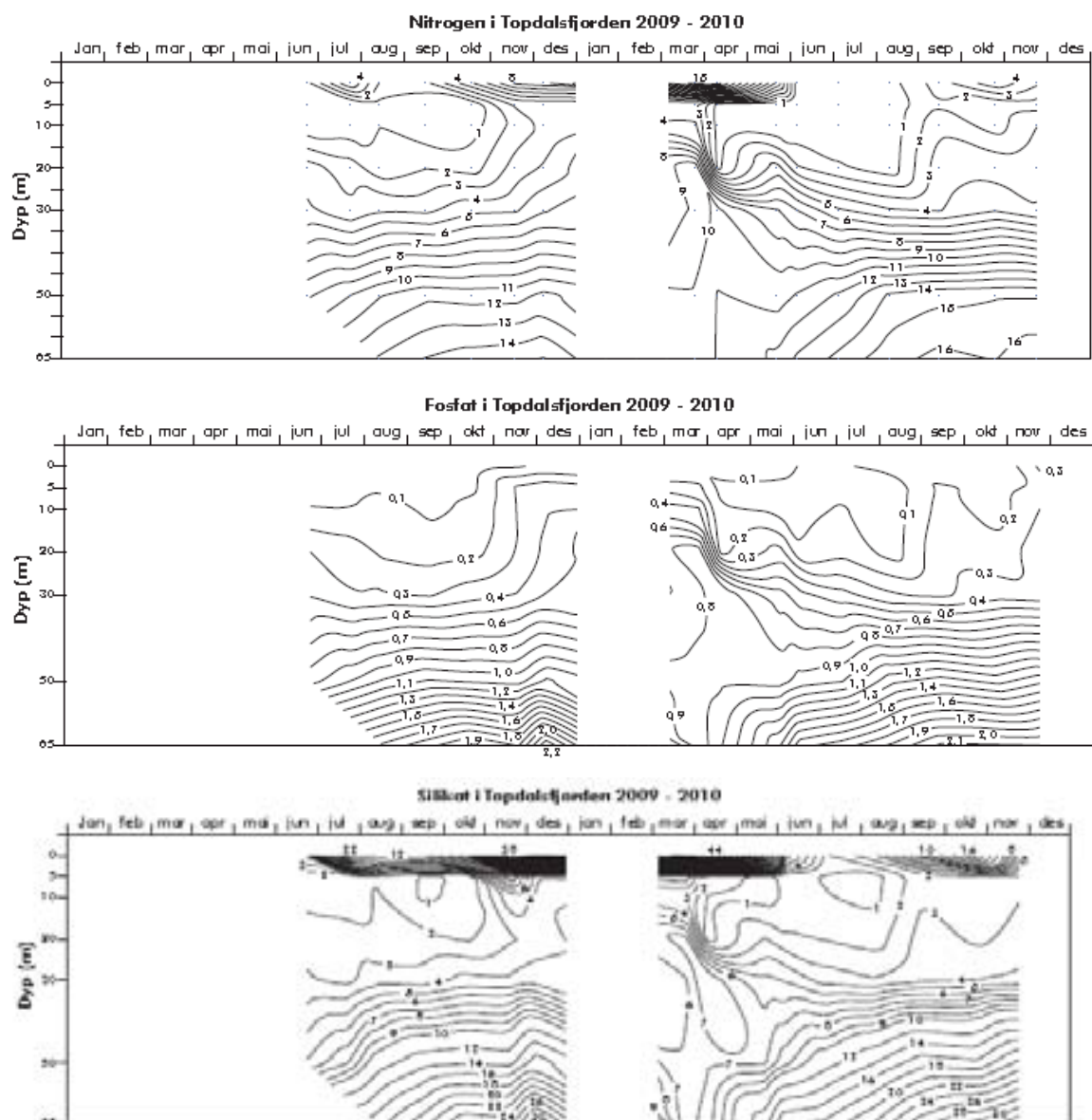




Figur 4.5. Nitrogen (nitrat + nitritt, $\mu\text{mol/l}$) og fosfat ($\mu\text{mol/l}$) ved stasjonen Nordfjorden V-3 i perioden januar 2009 til november 2010. Data for perioden januar - juni 2009 er hentet fra Havforskningsinstituttet interne overvåkingsprogram

Kristiansand – Topdalsfjorden

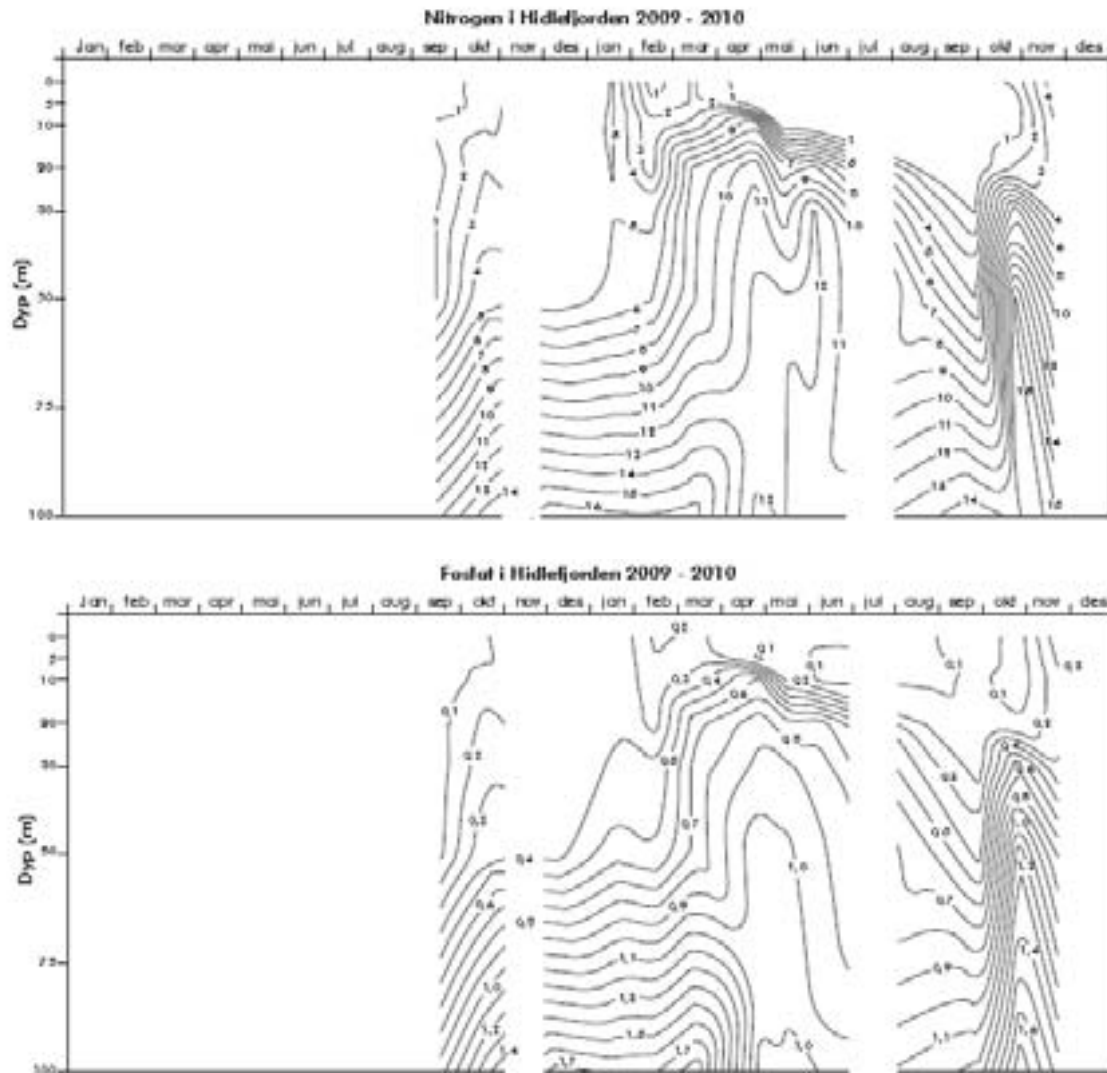
Overflatelaget (0-5 meter) i Topdalsfjorden (V-4, Tabell 1, Figur 1.3) vil i stor grad påvirkes av tilførselen av ferskvann. På høsten 2009 ble det registrert høye konsentrasjoner av nitrogen i overflaten og samtidig lav saltholdighet. Topdalsfjorden har generelt lav oksygenkonsentrasjon i dypvannet. Dette påvirker også næringsstoffs-konsentrasjonen i dypvannet, med forhøyede konsentrasjoner av fosfat og silikat (Figur 4.6). Som for de øvrige stasjonene i Skagerrakregionen førte vannutskiftning vinteren 2010 til reduksjon i næringsstoffs-konsentrasjon i dypet og økt mengde høyere opp i vannsøylen. De høye nitrogenkonsentrasjonen som ble målt i overflaten i mars/april er knyttet til en periode med lav saltholdighet, mest sannsynlig forårsaket av en kombinasjon av stor avrenning samt innblanding fra dypet.



Figur 4.6 Nitrogen (nitrat + nitritt, $\mu\text{mol/l}$), fosfat ($\mu\text{mol/l}$) og silikat ($\mu\text{mol/l}$) ved stasjonen Topdalsfjorden V-4 i perioden juni 2009 til november 2010.

Rogaland – Hidlefjorden

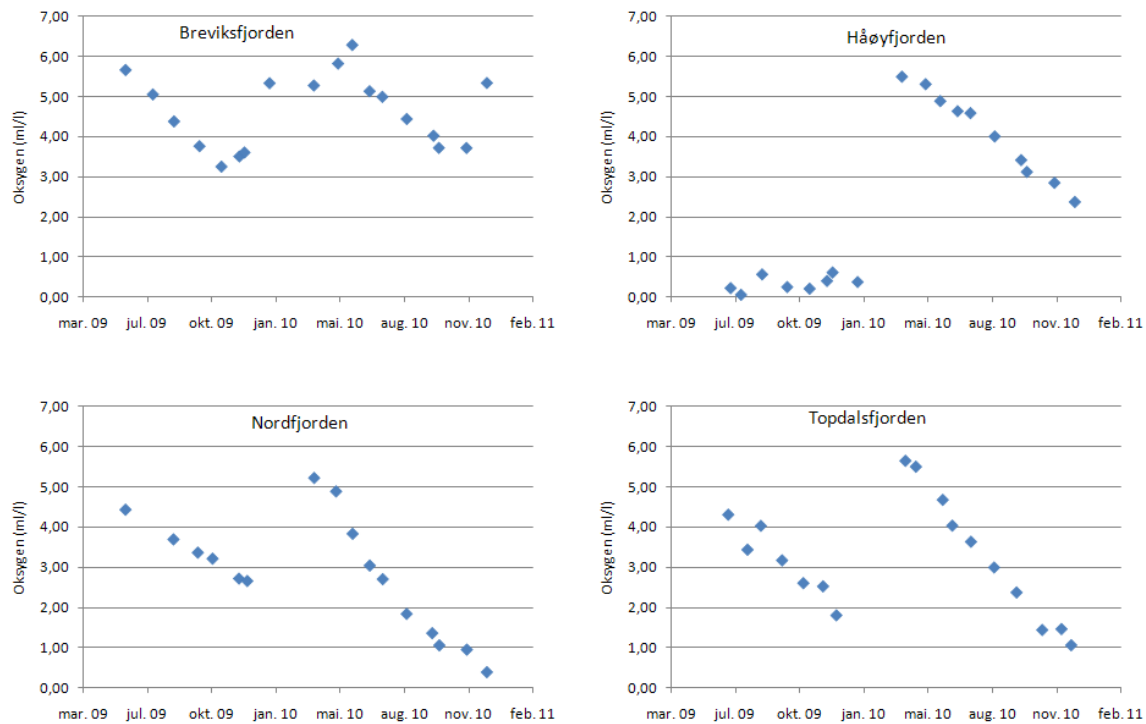
Stasjonen i Rogaland (Tabell 1, Figur 1.4) skiller seg ut fra de øvrige ved å generelt ha betydelig lavere nitrogen- og fosfatkonsentrasjoner. Utviklingen ved denne stasjonen var som normalt for næringssalter i 2010: De høyeste konsentrasjoner ble registrert i vintermånedene. I de øvre vannmassene (ned mot 10 m) ble de raskt redusert om våren. Utover sommeren og høsten forsetter reduksjonen i nitrogen og fosfat. På høsten økte mengdene i overflaten igjen (Figur 4.7).



Figur 4.7. Nitrogen (nitrat + nitritt, $\mu\text{mol/l}$) og fosfat ($\mu\text{mol/l}$) ved stasjonen Hidlefjorden V-5 i perioden september 2009 til november 2010.

Oksygen i dypvannet

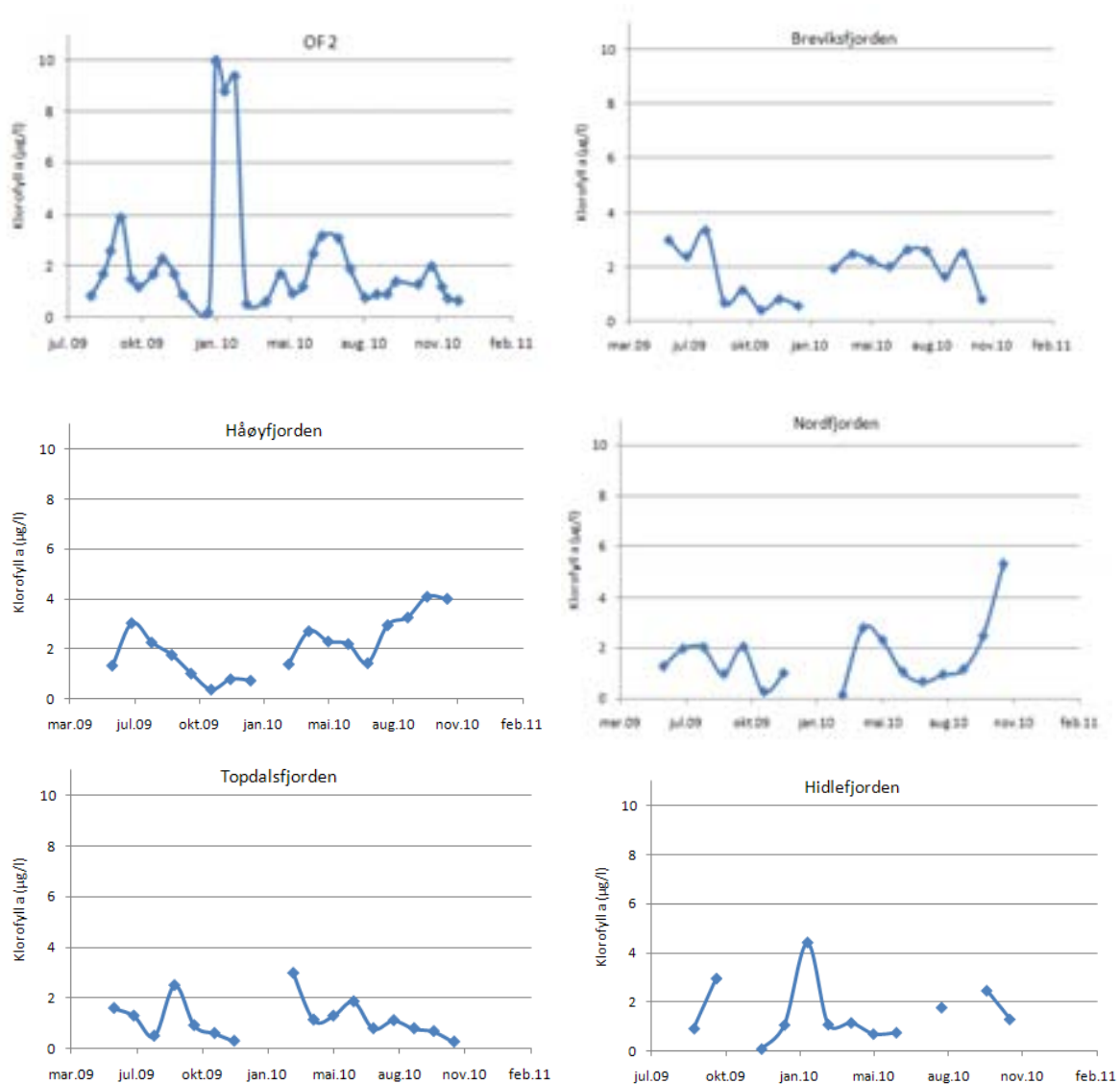
Utviklingen i mengden oksygen (ml/l) ved de ulike stasjonene (hvor dette ble målt regelmessig) er vist i figur 4.8. I Breviksfjorden (Tabell 1, Figur 1.2) registreres vanligvis utskiftninger i dypvannet i løpet av vinteren, med påfølgende forbruk og reduksjon i oksygenmengden utover året. I Håøyfjorden (Figur 1.2) var det en betydelig forbedring av oksygenforholdene mellom 2009 og 2010. Selv om det var en betydelig reduksjon i oksygenmengden utover året, ble det registrert høyere oksygenmengder i dypet enn det som er registrert på flere år (HI data). I Risør (Figur 1.3) ble det registrert en utskiftning på våren 2009, noe som førte til relativt gode oksygenforhold. En ny utskiftning i 2010 førte til gode oksygenforhold i begynnelsen av 2010. Reduksjonen i oksygenmengden i Nordfjord var betydelig større enn det som ble registrert i Håøyfjorden og omtrent samme reduksjon som i Topdalsfjorden. På slutten av 2010 var mengden oksygen nede på nivå med det som er registrert tidligere år. Topdalsfjorden viste langt på vei samme forløp som Risør.



Figur 4.8. Utviklingen i oksygenkonsentrasjon (ml/l) ved største dyp ved stasjoner med regelmessige oksygenmålinger gjennom sesongen.

Planteplanktonbiomasse – klorofyll a

Tidspunktet for våroppblomstring bestemmes først og fremst av tidspunktet for stabilisering av øvre vannlag som vanligvis skjer på våren, mens mengden næringssalter påvirker størrelsen på oppblomstringen. Det vil normalt sett være betydelig variasjon i planteplanktonproduksjon mellom årene og mellom områder. For å ”treffe” våroppblomstringen er man avhengig av forholdsvis høy frekvens i prøvetakingen. Selv månedlige målinger vil kunne resultere i at oppblomstringen ikke fanges opp og overvåking med systemer som Ferrybox er derfor svært nyttige for å lage et helhetlig bilde av planktonsituasjonen. For alle stasjonene i Skagerrakområdet fant våroppblomstringen i 2010 sted fra slutten av januar til februar. Flere stasjoner med tradisjonell prøvetaking mangler dekning i denne perioden, men basert på forbruk av næringssalter, målinger foretatt på OF-1 og OF-2 (Ferrybox, Figur 4.9), samt andre overvåkningsdata var det mulig å finne tidspunktet for oppblomstringen. Både i 2009 og 2010 fant oppblomstringen sted betydelig tidligere enn det som anses som normalt for våroppblomstring i dette området (se også Norderhaug et al. 2010). I Hidlefjorden ble de høyeste konsentrasjonene av klorofyll a registret i midten av februar 2010. Det finnes ikke data fra denne lokaliteten fra tidligere år, men sammenlignet med andre observasjonspunkter i Rogaland er dette en tidlig oppblomstring. Planteplanktonproduksjon i sommerperioden var omtrent på samme nivå i 2009 og 2010. Ingen av lokaliteten hadde en markant høstopplomstring. I Nordfjorden ble det imidlertid registrert en oppblomstring i november. En tilsvarende oppblomstring ble også registrert på to andre mer eksponerte stasjoner i Agder, og skyldes en oppblomstring av en art av dinoflagellater.



Figur 4.9. Utviklingen i planteplanktonbiomasse, uttrykt som klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) ved ulike stasjoner i 2009 og 2010.

Tilstandsklassifisering

Det er foretatt en klassifisering av lokalitetene (Tabell 1, Figur 1.2-1.5) i henhold til SFTs veileder 97:03 for kjemiske og biologiske (klorofyll a) parametere (Tabell 4.1-4.3). Klassifiseringen er foretatt på overflatevannet (0-10 meter), med unntak av OF-1 og OF-2 der data fra 4 meter er benyttet. Det er tatt hensyn til saltholdighet i henhold til veilederen. Året er delt inn i 3 perioder, vinter, sommer og høst. Oksygenklassifiseringen er foretatt på høstverdier, men det for de øvrige årstidene er fulgt parameterlister og anbefalinger gitt i veilederen. Oksygenforholdene er en indikator på organisk belastning. De er avhengige av vannutskiftning og den totale (naturlige og antropogene) organiske belastningen. Lengre perioder med dårlige oksygenforhold kan virke negativt på bunndyrsamfunn, men vil ikke påvirke organismer over terskeldyp direkte (f eks. suk kertaresamfunn). I forbindelse med vannutskiftning kan imidlertid også dyr på grunnere dyp bli eksponert for vann med lavt oksygenivå når det nye vannet presser det gamle bunnvannet oppover.

Klassifiseringen basert på næringssalter viser at de fleste stasjonene kommer ut i tilstandsklasse I eller II (meget god til god). Eneste stasjon som skiller seg fra dette mønsteret

er Breviksfjorden som plasseres i tilstandsklasse III (mindre god) om sommeren i både 2009 og 2010. Klassifisering ved bruk av siktdyp varierer fra tilstandsklasse IV (dårlig, Breviksfjorden) til I (meget god, Topdalsfjorden 2009 og Hidlefjorden). Klassifisering basert på oksygenkonsentrasjon i største dyp viser stor variasjon mellom stasjoner (klasse II til V) og mellom årene for enkelte stasjoner. Dypvannet i fjordene på Sørlandet og også Håøyfjorden hadde til dels svært dårlige oksygenforhold i perioden.

Tabell 4.1. Klassifisering av vannkvaliteten i henhold til SFT veileder 97:03 basert på sommerverdier (juni – august).

Stasjon	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	Ammonium	Tot N	Chl a	Sikt	Oksygen	O ₂ metning
OF2	2009	2	10	7		157	1			
	2010	1	10	9		195	2			
OF1	2009	1	11	8		173	1			
	2010	2	12	8		190	1			
Breviksfjorden	2009	3	9	39	16	253	3	4		
	2010	3	13	33	18	223	3	4		
Håøyfjorden	2009	3	14	10	12	278	2	5		
	2010	3	13	7	10	206	2	6		
Nordfjorden	2009	2	14	2	6	251	2	7		
	2010	2	13	2	7	170	1	7		
Topdalsfjorden	2009	2	11	13	18	211	1	8		
	2010	2	11	2	7	172	1	5		
Hidlefjorden	2009									
	2010	3	11	3		161	1	7		

Tabell 4.2. Klassifisering av vannkvaliteten i henhold til SFT veileder 97:03 basert på vinterverdier (desember – februar).

Stasjon	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	Ammonium	Tot N	Chl a	Sikt	Oksygen	O ₂ metning
OF2	2009/2010	3	17	28		195				
OF1	2009/2010	13	19	61		225				
Breviksfjorden	2009/2010	12	18	90	28	278				
Håøyfjorden	2009/2010	12	18	77	20	234				
Nordfjorden	2009/2010	10	24	61	36	314				
Topdalsfjorden	2009/2010	9	15	66	14	259				
Hidlefjorden	2009/2010	11	20	59		210				

Tabell 4.3. Klassifisering av vannkvaliteten i henhold til SFT veileder 97:03 basert på høstverdier for oksygen (september – november).

Stasjon	År	Fosfat	Tot P	Nitrat	Ammonium	Tot N	Chl a	Sikt	Oksygen	O ₂ metning
Breviksfjorden	2009								3,5	53
	2010								4	57
Håøyfjorden	2009								0,3	4
	2010								3,1	47
Nordfjorden	2009								3,2	45
	2010								1,1	15
Topdalsfjorden	2009								2,6	38
	2010								1,5	22
Hidlefjorden	2009								3,8	56
	2010								3,5	49

I. Meget god
II. God
III. Mindre god
IV. Dårlig
V. Meget dårlig

5. Tilstand for sukkertare og det øvrige hardbunnsamfunnet i indre områder

Tilstanden for sukkertare var God til Dårlig i 2009 og Moderat i 2010 i Ytre Oslofjord og i Grenlandsområdet. På Sørlandet var tilstanden God til Dårlig i 2009-10, og generelt dårligst i det overvåkede området. På Sørvestlandet var tilstanden God til Moderat i 2009 og Moderat i 2010. og på Vestlandet var tilstanden Moderat til God i 2009 (ikke overvåket i 2010). Helt siden regimeskiftet på 1990-tallet, med endring fra sukkertaredominert bunn til trådalgedominert bunn, har tilstanden for sukkertare generelt sett vært dårlig på indre kyst i Skagerrak og deler av Vestlandskysten

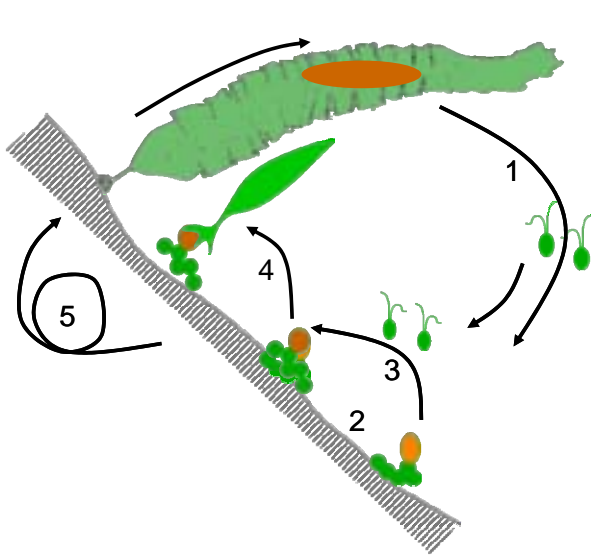
Tilstanden for sukkertare på indre kyst er generelt den samme eller marginalt bedret siden sukkertareprosjektets siste undersøkelser ble gjennomført i 2008. To kalde år på rad uten høye sommertemperaturer kan ha bidratt positivt til dette. I tillegg var vinteren kald og tørr i 2010 og lite avrenning fra land tidlig på året kan ha vært positivt for spiresuksessen for sukkertaren. Det ble registrert lavere rekruttering i 2009. Dette kan være et resultat av at registreringene ble utført senere på sommeren, men det er verdt å merke seg at stasjonene med mest registrert sediment i 2009 også var de med lavest rekruttering av tare.

Det biologiske mangfoldet var lavere i indre deler av Sørlandskysten enn i Ytre Oslofjord og på Vestlandet. Dette kom av lavere antall arter og større dominans av trådformede alger på Sørlandet enn i de andre områdene.

Det ble funnet større endringer i samfunnene på Sørlandet enn i øvrige områder fra 2009 til 2010. Det kom av endringer i dyresamfunnene og en økning i forekomstene av vannfiltrerende kolonidannende dyr og en minkning av forekomstene av rovdyr på Sørlandet. Årsaken kan ha vært at undersøkelsene ble gjennomført senere på sommeren i 2009 enn i 2010.

5.1 Sukkertarens biologi og utbredelse

Sukkertare *Saccharina latissima* har vid utbredelse i den tempererte delen av den nordlige halvkule og vokser på beskyttet til moderat bølgeeksponert kyst fra ca. 1 til 30 m dyp (Moy et al. 2006). Den er flerårig, har 1-3 m langt bølget blad og en 10-40 cm lang stilk som danner tett vegetasjon hele året. Veksten er størst om våren (Sjøtun 1990, 1993) og et nytt blad erstatter det gamle som felles. Om sommeren stopper veksten og plantene utvikler sporer frem mot neste vår (Figur 5.1). Sporene slippes om høsten og vinteren og spirer til mikroskopiske gametofytter, som etter befruktning kan vokse opp til en sukkertareplante (sporofytt). Planten blir fertil i andre år av livssyklusen og lever 2-5 år. Den er avhengig av stabil rekruttering og overlevelse i alle stadier for å opprettholde en tett bestand (tareskog).



1. Sporeslipp høst og vinter.
2. Zoosporene søker ned mot sjøbunnen, fester seg til underlaget og spirer til mikroskopiske hann- og hunnplanter (gametofytter)
3. Hannplantene slipper ut en mengde små spermatozoider som skal befrukte egget på hunnplanten
4. Det befruktete egget spirer straks og en ny kimplante vokser ut av egget på hunnplanten og over hunngametofytten, som blir borte.
5. Ut over våren vokser kimplanten raskt og avhengig av lys, næring og plass, kan den unge sukkertaren bli en meter lang i løpet av den første sommeren. Sukkertaren blir først fertil det andre året i syklusen

Figur 5.1 Livssyklus hos sukkertare (fra Moy et al. 2008).

Utbredelsen til sukkertare faller grovt sett sammen med sommerisotermen på ca. 19 °C, og algen dør ved ca. 23 °C. Skagerrak ligger i randområdet for sukkertarens utbredelse og tidvis høye sommertemperaturer kan være dødelig for sukkertaren. Høy sommertemperatur kan imidlertid ikke forklare at sukkertaren ikke kommer tilbake våren etter slike varme perioder.

Sannsynlige viktige faktorer i tillegg til temperatur er sommertilførsler av næringsalter, lyssvekking og tilslamming av bunnen (Moy et al. 2008). Sommertilførsler av næringsalter var den enkeltfaktor Moy et al. (2008) pekte på som den viktigste faktoren for opprettholdelse av trådalgevegetasjon på Sør- og Vestlandet. Lyssvekking skjer på grunn av økt innhold av ferskvann, humus, partikler og plankton i kystvannet. Formørkning i kystvann har økt verden over de siste 50 år og reduserer dybdeutbredelsen til sukkertare og andre alger. Tilførsler av partikler fra elver varierer med nedbørsmengder og temperatur (fryseperioder) og kan også føre til tilslamming av bunnen (Moy et al. 2008, Syvertsen et al. 2009). Smelteperioder med avrenning fra land tidlig på året kan føre til nedslamming av bunnen som hindrer sukkertare fra å spire.

5.2 Sukkertarens tilstand

Helt siden regimeskiftet på 1990-tallet, med en endring fra sukkertaredominert bunn til trådalgedominert bunn, har tilstanden for sukkertare generelt sett vært dårlig på indre kyst i Skagerrak og deler av Vestlandskysten (Moy et al. 2008). På mange stasjoner, som ble undersøkt i Sukkertareprosjektet (2005-08), varierte tilstanden imidlertid gjennom året fordi kimplanter som spirte godt tidlig på året ble overgrodd og "kvalt" av trådformede algetepper på sensommeren (Sukkertareprosjektet Statusrapport nr. 3, Moy et al. 2008). Dette kan ha hatt viktig påvirkning på resultatene av overvåkingen i 2009 og 2010. I 2009 ble overvåkingen gjennomført i august, i 2010 i juni. Det forventes en dårligere tilstand senere på sommeren fordi tepper av trådformede algesamfunn utvikles utover sommeren, overgror sukkertaren og "kveler" andre arter (Moy et al. 2008).

Sukkertareprosjektet viste også at det er noe år-til-år variasjon i tilstanden for sukkertare. Etter en dårlig periode for sukkertare 2004-05 (Moy et al. 2006), ble tilstanden noe forbedret de siste årene av Sukkertareprosjektet (frem mot 2008, Moy et al. 2008). 2008 var imidlertid et år med smelteperioder tidlig på året. Det førte til større avrenning fra land enn normalt på våren når sukkertarens kimplanter skal spire, noe som igjen førte til dårligere (grunnere) dybdeutbredelse av sukkertare på ytre kyst (Kystovervåkingsprogrammet, Norderhaug et al. 2009). De siste to årene har klimaet vært kjøligere enn normalt (negativ NAO indeks) og dette kan ha hatt positiv betydning for sukkertarens tilstand på indre kyst. Vinteren var kald og tørr i 2010 og lite avrenning fra land tidlig på året kan ha vært positivt for vannkvaliteten og gitt små partikkeltilførsler og lite nedslamming på bunnen. Dette kan ha virket positivt for spiresuksessen for sukkertaren. Verken i 2009 eller 2010 ble det registrert kritisk høye sommertemperaturer.

Sukkertarens tilstand basert på forekomst/tetthet på 5-6m dyp på dykkerstasjoner og stasjoner for nedsenkbar kamera er vist i tabell 5.1. Tilstanden var generelt vekslende God til Dårlig i Ytre Oslofjord og i Grenlandsområdet i 2009 og 2010. På Sørlandet var tilstanden dårlig til Svært dårlig i indre kystområder (men Moderat til God på ytre stasjoner), og tilstanden var generelt dårligst i det overvåkede området. Tilstanden er også Dårlig på Sør-Vestlandet opp til Stavanger (HB10-12). På Vestlandet var tilstanden Moderat til God i 2009.

Vestlandstasjonene var ikke overvåket i 2010. Det var generelt små endringer i tilstanden fra 2009 til 2010. Siden Sukkertareprosjektet (2005-2008) har tilstanden endret seg lite. På Vestlandet bedret tilstanden seg noe fra 2005 til 2008. Etter 2008 ser tilstanden ut til å ha forbedret seg marginalt på Sørlandet, men dette kan også være påvirket av ulik innsamlingstidspunkt (se over).

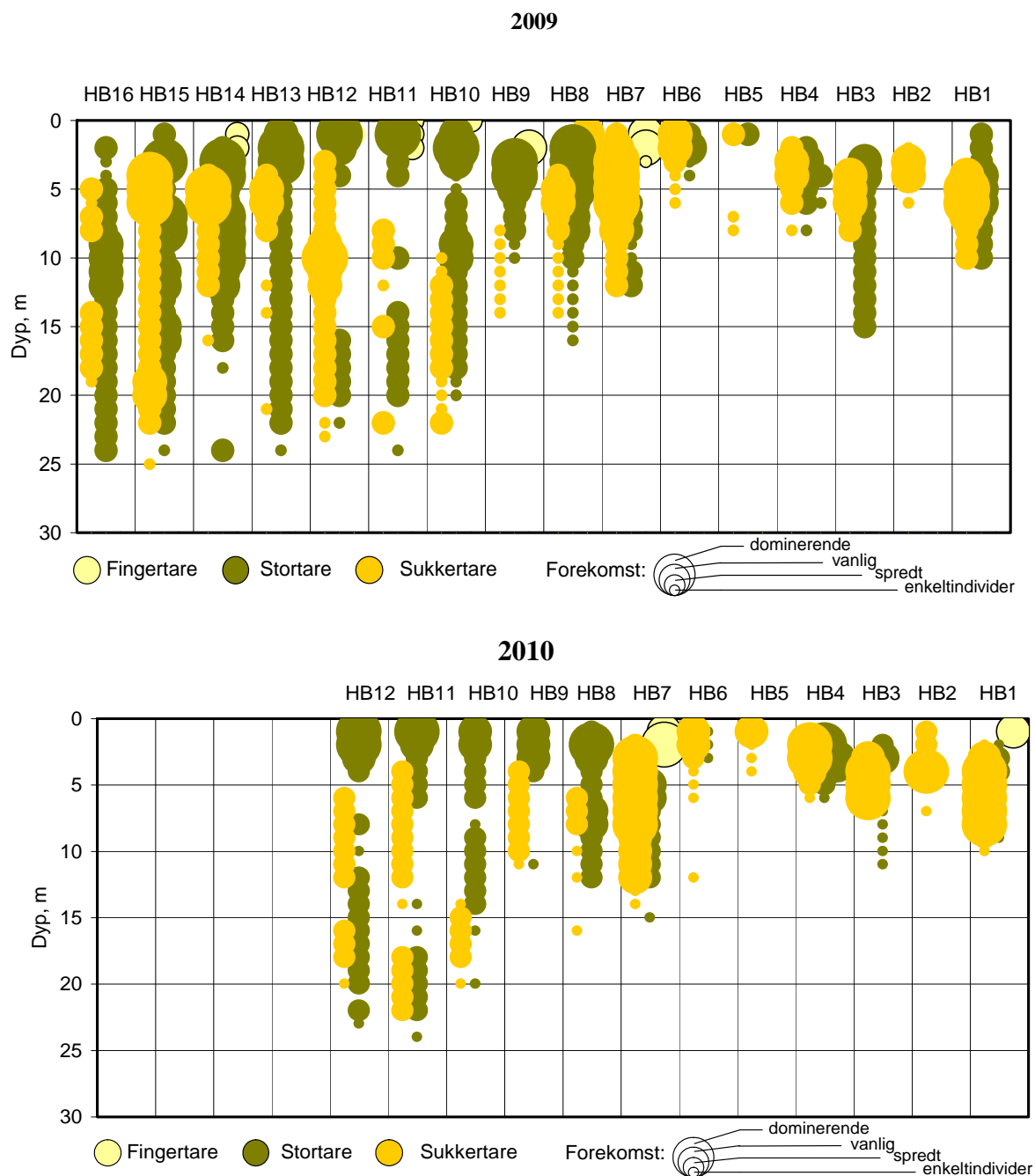
Tabell 5.1 Tilstand for sukkertare i 2005-2010 i området for sukkertarestasjoner bestemt iht. Moy et al. (2008). Undersøkelser 2005-2008 er fra sukkertareprosjektet (Moy et al. 2006, 2007, 2008). Grønn: God tilstand, sukkertare vanlig. Gul: Moderat tilstand, sukkertare spredt. Orange: Dårlig tilstand sukkertare enkeltfunn. Rødt: Svært dårlig tilstand, sukkertare fraværende. Hvit: Ikke undersøkt. Data fra 2009-10 basert på gjennomsnitt av forekomst/tetthet av sukkertare på 5-6 m dyp på dykkerstasjoner (HB1-16) og stasjoner for nedsenkbar kamera (3 stasjoner i nærheten av hver dykkerstasjon). Ulikt innsamlingstidspunkt i ulike år kan ha påvirket resultatene. Stasjon HB13-16 ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane. Se Tabell 2 og Figur 1.2-1.5 for stasjonsbeskrivelser

	HB1	HB2	HB3	HB4	HB5	HB6	HB7	HB8	HB9	HB10	HB11	HB12	HB13	HB14	HB15	HB16
2005			Yellow	Red	Red	Red	Green	Yellow	Red	Orange	Orange	Yellow	Yellow			
2006						Red	Green	Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Yellow		Green	Yellow
2007	Yellow					Red	Green	Yellow			Orange	Orange	Yellow	Yellow		
2008			Yellow	Red	Red	Red	Green	Yellow			Orange	Green	Green	Green	Green	Yellow
2009	Green	Orange	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Green	Orange	Orange	Orange		Green	Green	Green	Green	Yellow
2010	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Red	Orange	Green	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Yellow				

Dybdeutbredelse av tare

Tarens dybdeutbredelse er generelt større på Sørvest- og Vestlandet enn i Skagerrak (Figur 5.2). Spesielt liten dybdeutbredelse ble registrert på indre kyst på Sørlandet i området Risør-Grimstad. Det ble generelt funnet noe mindre forekomst av sukkertare i juni 2010 enn august 2009 på Sørlandet (i området Kristiansand HB8-Tregde HB10), mens tilstanden i området Ytre Oslofjord (HB1)-Grimstad (HB7) viste en marginal forbedring. I Langesundområdet (HB3-4) var det noe tilvekst i bestandene av sukkertare fra 2009 til 2010.

Innsamlingstidspunkt kan også ha hatt betydning for de observerte forskjellene i dybdeutbredelsen til tare mellom 2009 og 2010 (se over). I forhold til tidligere observasjoner gjennom Kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug et al. 2009, 2010) var 2008 og 2009 dårlige år for sukkertare, men negativ NAO-indeks 2009 og 2010 kan ha ført til en bedring for sukkertaren etter 2008-09.



Figur 5.2. Forekomst og vertikalutbredelse av fingertare, stortare og sukkertare i 2009 og 2010. Bredden på søylene indikerer mengden av tare (enkeltpunn, sjelden, vanlig, dominerende). Stasjon HB13-16 ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

Bortfall av sukkertare har vært forårsaket av taredød og av at taren ikke har reetablert seg (Moy et al. 2008). Tilvekst av tare er derfor en viktig parameter å overvåke for å få bedre kunnskap om årsakene til den dårlige tilstanden for sukkertare i indre områder. Overlevelse hos kimplanter er lav, og forekomstene av juvenil tare er derfor en viktigere parameter for å måle rekrutteringssuksess.

Forekomstene av både kimplanter og juvenil tare (som er et kompleks av ulike tarearter som vanskelig kan skilles før de vokser seg større), og dermed rekrutteringssuksessen, for tare er større på Vestlandet enn i Ytre Oslofjord og vestover på Sørlandet. Maksimalt registreringsdyp for tare er også større på Vestlandet. Rekruttering ser dermed ut til å være mer kritisk i Skagerrak enn på Vestlandet. Spiresuksessen til taren varierer mye fra år til år (Norderhaug et al. 2010).

Til tross for relativt kaldt klima i 2009, var rekrutteringen av sukkertare dårlig på sensommeren. Det ble registrert mye mer kimplanter i 2010 enn i 2009, mens forskjellene for juvenil tare er mindre (Figur 5.3). I 2009 ble det ikke registrert noe rekruttering av tare i indre områder fra Ytre Oslofjord og helt ned til Risør (HB5). De store forskjellene i mengden kimplanter kan være et resultat av store år-til-år variasjon i rekrutteringssuksess, men kan også skyldes sesongvariasjon i tilstanden. Kimplanter som vokser opp på våren og tidlig på sommeren kan overgros av hurtigvoksende trådalger og dekkes av sediment ut over sommeren. Overvåkingen fremover kan vise om taren rekrutterer godt nok til å reetableres på stasjoner der den har forsvunnet.

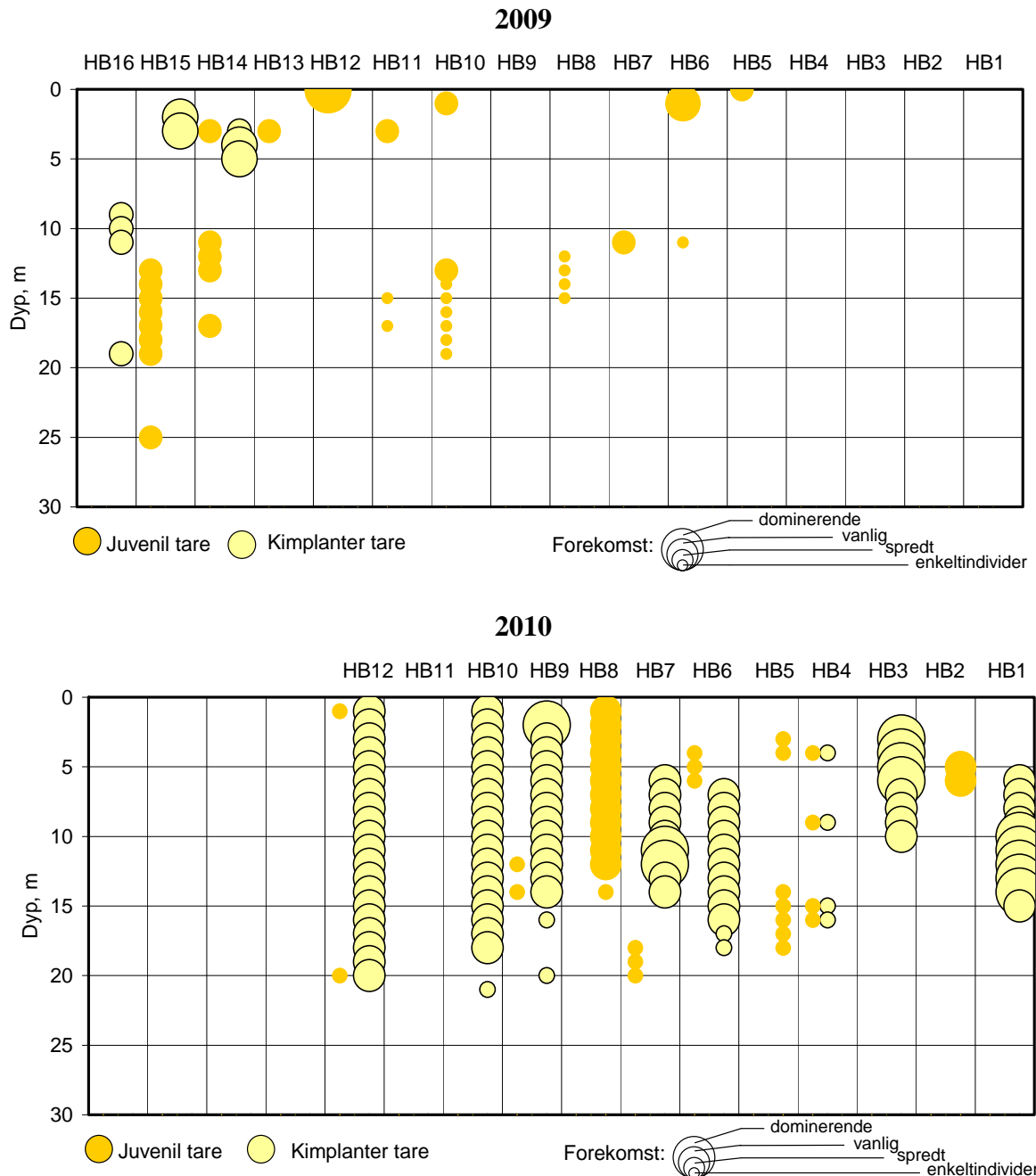


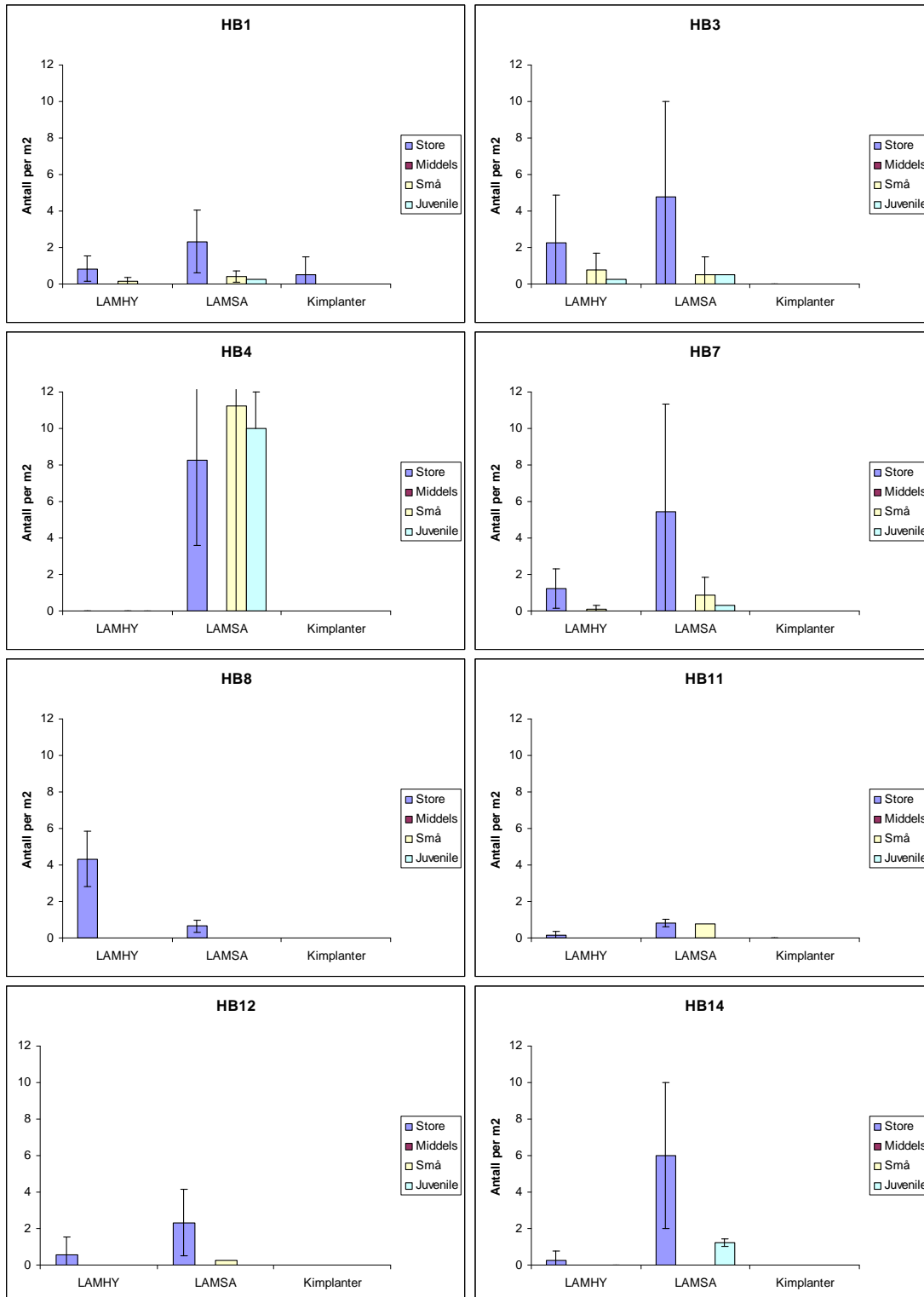
Fig. 5.3. Forekomst og vertikalutbredelse av juvenil tare (kompleks av ulike tarearter) og kimplanter av tare i 2009 og 2010. Bredden på søylene indikerer mengden av tare (enkeltpunkt, sjelden, vanlig, dominerende). Stasjon HB13-16 ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

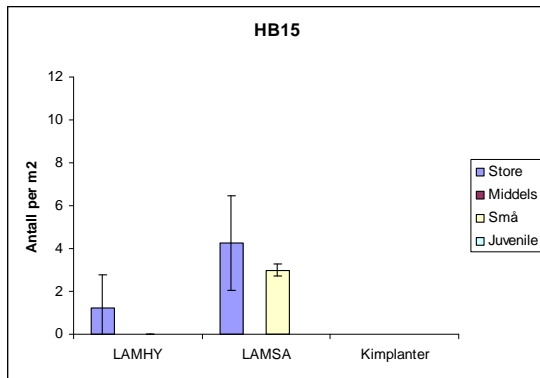
Taretetthet

Frisk sukkertareskog domineres av en tett canopy av voksne planter, og tetthet av sukkertare er et mål på tilstanden. Figur 5.4. viser tettheten av stortare, sukkertare og tare-kimplanter per kvadratmeter, registrert i ruter mellom 8 og 10 m dyp. Tetthetene av sukker- og stortare var lav på indre kyst i Ytre Oslofjord i 2009, og på HB2 (Hvaler) ble det ikke registrert tare. I Langesundområdet (stasjon HB3 og 4) var tilstanden noe bedre med god rekruttering av sukkertare. I området Risør til Grimstad (HB5 og 6) var tilstanden dårlig og ruteregistreringer ble ikke gjort. Stasjon HB7 (Homborøy i Homborsund) ligger mer eksponert til enn HB6 (Tvillingholmen), og her var tilstanden bedre med forekomster av stortare og innslag av sukkertare. I Kristiansandsfjorden (HB8 og 9) var tilstanden relativt dårlig på 8-10 m dyp, og det ble kun utført ruteregistrering på HB8. På denne stasjonen ble det kun registrert større planter, noe som viser dårlig rekruttering. På HB10 (Tregde) var tilstanden dårlig, og ruteregistreringer ble ikke gjennomført. I Stavangerområdet (HB11 og 12) var tilstanden relativt dårlig, men noen små sukkertareplanter ble registrert. Lengre nord på Vestlandet var tilstanden bedre, med unntak av HB16 der tilstanden var dårlig og ruteregistrering ikke ble gjennomført.

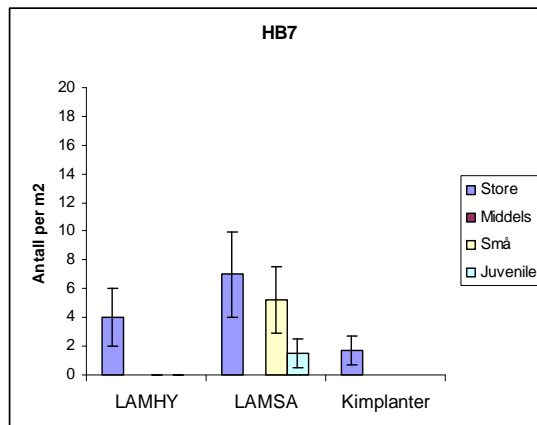
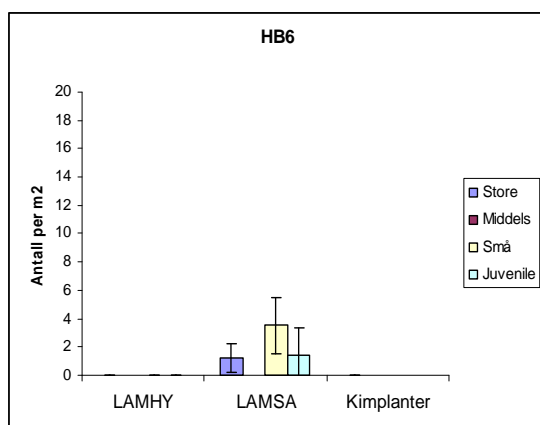
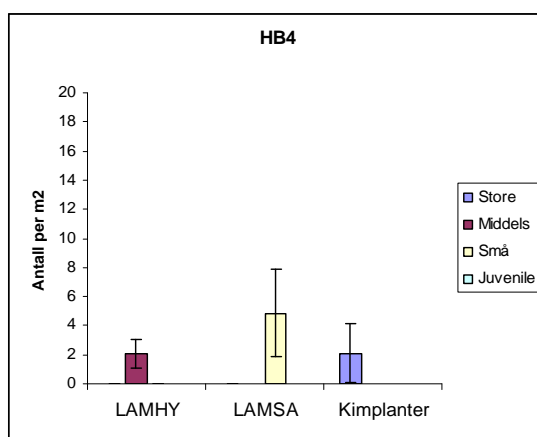
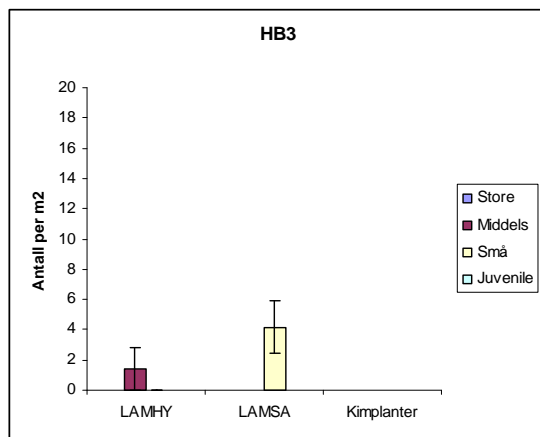
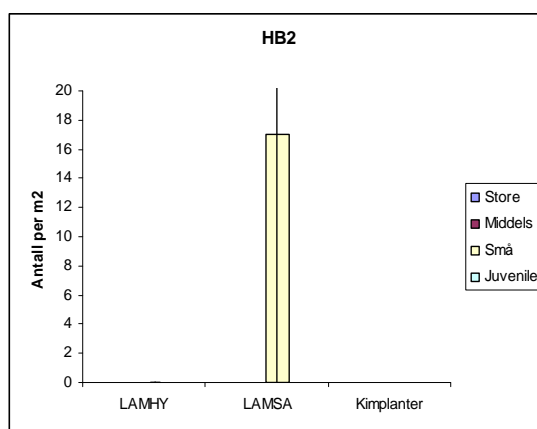
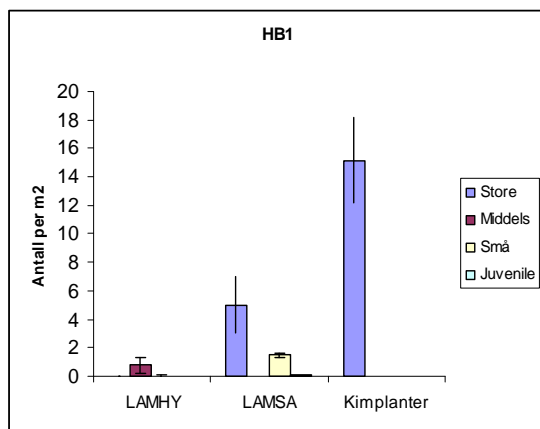
Under canopylaget står det i frisk tareskog en tett underskog av små tareplanter som er klare til å vokse opp når voksne planter forsvinner. Mengden små planter varierer imidlertid mye naturlig fra år til år. I juni 2010 ble det generelt registrert mer juvenil tare og kimplanter enn i august 2009. På stasjon HB5 (Risør) og HB 10 (Tregde) var det for få planter, både i 2009 og 2010, til å kunne gjøre ruteregistreringer. Her var det også mye sediment på bunnen i 2009 som kan ha hindret taren fra å spire (Figur 2.36). På HB2 i Hvaler, HB6 i Grimstad og HB9 i Kristiansand ble det i 2010 registrert tilvekst av tare. HB6 ser ut til å være en stasjon der mengden sediment på bunnen varierer mye (Figur 2.36, Moy et al. 2006, 2008). På HB3 i Langesund og HB12 i Stavanger så det ut til å ha skjedd et generasjonsskifte i sukkertaren fra 2009 til 2010, og det ble registrert flere adulte planter i 2009 og flere juvenile planter i 2010. Dette er stasjoner med lite registrert mengde sediment på bunnen (Figur 2.36).

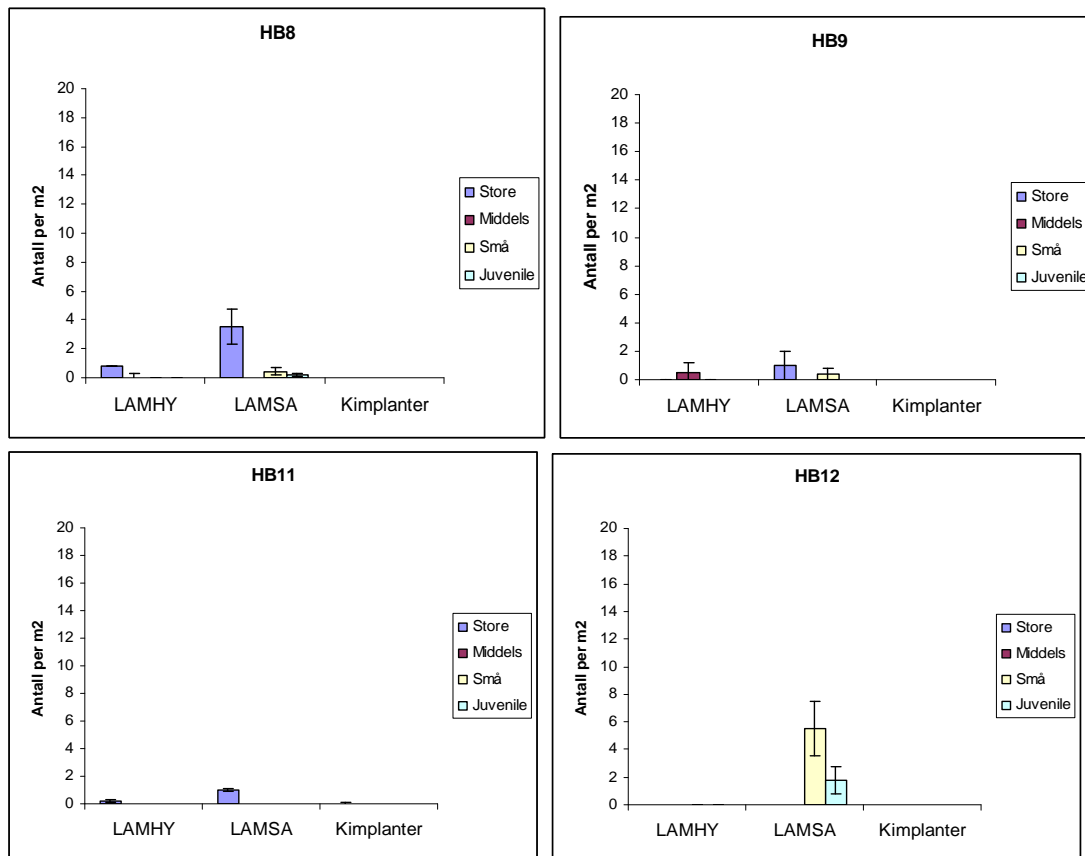
2009





2010





Figur 5.4 Tetthet per kvadratmeter (\pm standardavvik) av store, middels store, små og juvenile stortare (LAMHY), sukkertare (LAMSA) og forekomst av kimplanter (ulike tarearter kan ikke skilles) registrert i ruter på 8-10 m dyp i 2009 og 2010. På stasjon HB2, 5, 6, 9, 10, 13 og 16 i 2009 og på stasjon HB5 og 10 i 2010 var det for lite tare til å registrere i ruter. Stasjon HB13-16 ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Egebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

Utviklingen i tilstand for sukkertare siden Sukkertareprosjektet

Tilstanden for sukkertare er generelt uendret eller marginalt bedret siden undersøkelsene i Sukkertareprosjektet ble gjennomført (Moy et al. 2008). To år uten kritisk høye sommertemperaturer kan ha bidratt positivt for sukkertaren på Sørlandet, men tilstanden har likevel ikke forbedret seg vesentlig.

Ytre Oslofjord

I Ytre Oslofjord (Tabell 2, Figur 1.2) har tilstanden til sukkertare vært uendret eller marginalt forbedret siden Sukkertareprosjektet. På Rauer utenfor Fredrikstad var tilstanden Moderat til God (spredt til vanlig med sukkertare) og har siden fortsatt vært God (2009) til Moderat (2010). I Hvalerområdet (HB2) var tilstanden moderat i 2008 og uendret i 2009-10. I Grenlandsområdet (HB3 og 4) var tilstanden Moderat (ytte områder) til Dårlig (indre områder) i 2005-08 og tilstanden var forbedret til Moderat til God i 2009-10.

Generasjonsskiftet som ble registrert på HB3 (Figur 5.4) tyder på relativt god rekruttering av sukkertare.

Sørlandet

På Sørlandet (Tabell 2, Figur 1.3) var tilstanden for sukkertare dårlig på indre kyst, men marginalt bedret siden 2008. Tilstanden i Agder var meget dårlig i hele perioden for Sukkertareprosjektet. Mot slutten av prosjektperioden ble det observert tilvekst av sukkertare på grunt vann, som kan ha bidratt til at noe bedre tilstand ble observert i overvåkingen 2009-10 (men dette kan også være et resultat av årstidsvariasjon og ulikt undersøkelsestidspunkt). HB5 i Risør var stasjonen med den dårligste tilstanden i det overvåkede området (Svært dårlig både i 2009 og 2010), mens i Grimstodområdet var tilstanden Dårlig i indre områder (HB6 Tvillingsholmen) og bedre i ytre områder (God på HB7 Homborøy). I Kristiansandsfjorden var tilstanden Svært dårlig til Dårlig i indre områder og Moderat i ytre områder i 2005-2008. I 2009-10 var tilstanden marginalt bedret til Dårlig til Moderat. I Mandalsområdet var tilstanden Dårlig til God i 2006, og det ble observert overgroingseffekter av grønnalger og naken bunn under 5-6 m dyp. Både i 2009 og 2010 var tilstanden fortsatt Dårlig (Tregde HB10) og det ble registrert mye trådformede alger (Figur 5.9). I 2010 ble det imidlertid registrert mye kimplanter ned mot 20 m dyp (Figur 5.3), noe som kan skyldes årstidsvariasjon eller ny rekruttering av tare.

Sørvestlandet

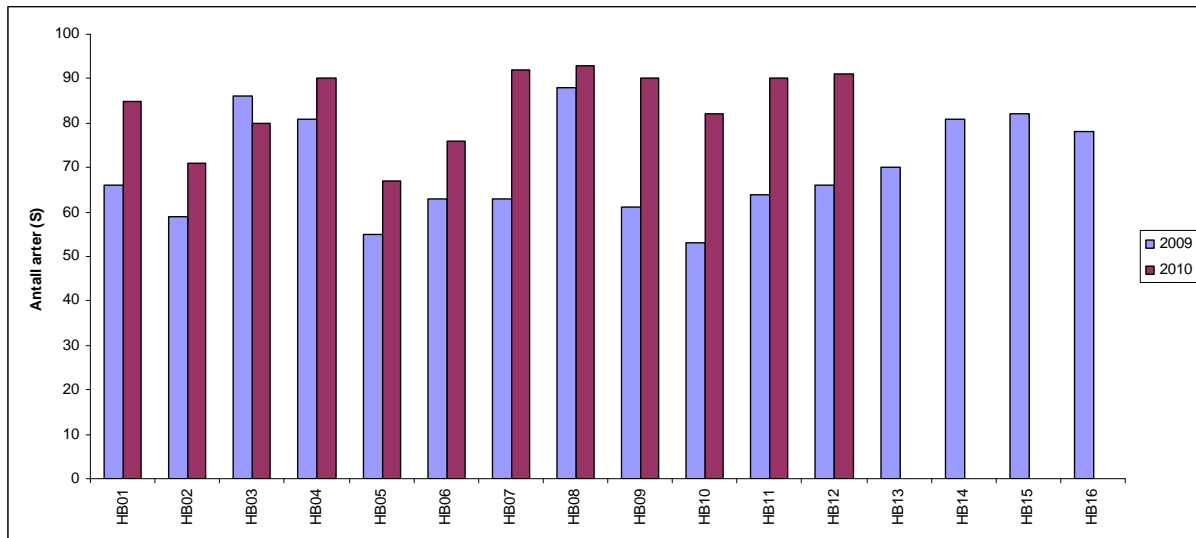
På Sørvestlandet (Tabell 2, Figur 1.4) var tilstanden marginalt forbedret siden Sukkertareprosjektet. Ved Stavanger var tilstanden dårlig til god i 2005-08. I 2009 og 2010 var tilstanden Moderat til God på de undersøkte stasjonene (HB11 og HB12). Generasjonsskiftet som ble registrert på HB12 (Figur 5.4) tyder på relativt god rekruttering av sukkertare, men her har tilstanden variert mye fra år til år.

Vestlandet

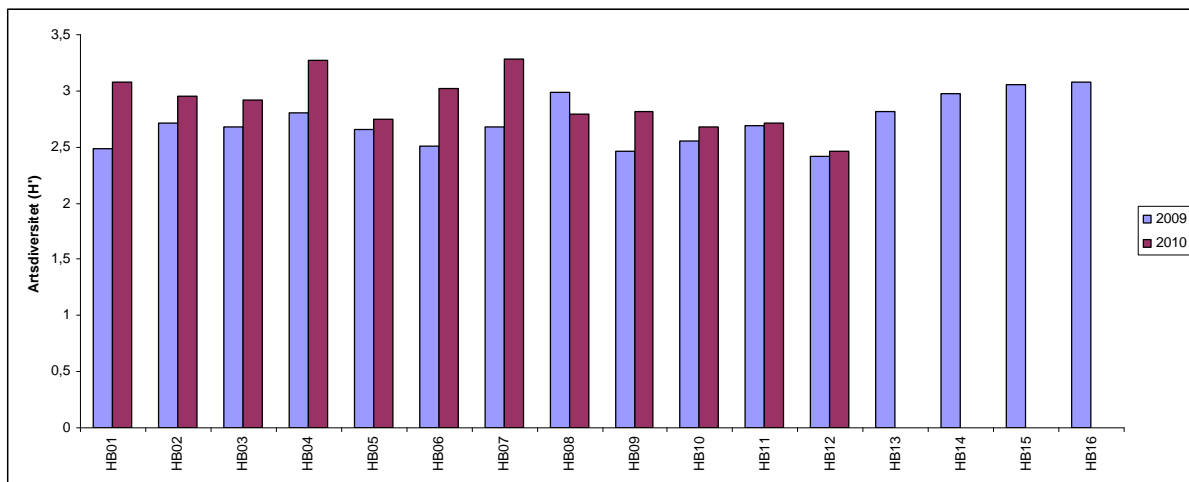
På Vestlandet (Tabell 2, Figur 1.5) var tilstanden uendret siden 2008, men bedre enn i 2005. Tilstanden i Raunefjorden ved Bergen bedret seg fra 2005 til 2008. I 2009 var tilstanden fortsatt God (HB13 og HB14). Dumbefjorden i Sogn og Fjordane er lite påvirket av menneskelig aktivitet (Moy et al. 2008). Her var tilstanden God i 2006 og 2008. I 2009 var tilstanden fortsatt God (HB15). Åfjorden er mer belastet av menneskelig aktivitet og hadde redusert tilstand og var trådalgedominert i 2006 og 2008. I 2009 var tilstanden fortsatt Moderat (HB16) og mye trådformede alger ble registrert (Figur 5.9).

5.3 Tilstand i hardbunnssamfunnet på indre kyst

Et rikt samfunn av alger og dyr er tilknyttet sukkertareskogen (Moy et al. 2006), og nedenfor sukkertarebeltet fordeler en rekke arter seg i dybdesoner. Antallet registrerte arter (taxa) alger og dyr i hardbunnssamfunnet var generelt noe høyere på indre kyst i Ytre Oslofjord og på Vestlandet (Sognefjorden og Bergensområdet) enn på Sørlandet i 2009 (Figur 5.6). Også i ytre kystområder er biomangfoldet lavt på Sørlandet (Norderhaug et al. 2011). Det ble registrert flere arter i 2010 enn i 2009. Diversiteten var noe høyere på Vestlandet enn i Skagerrak, men også i Skagerrak var diversiteten noe høyere i 2010 enn i 2009 (Figur 5.7). Økningen i artsantall og diversitet fra 2009 til 2010 kan skyldes en reell forbedring av tilstanden i hardbunnssamfunnet, eller være et resultat av at undersøkelsene i 2009 ble gjennomført senere enn i 2010. Den videre overvåkingen vil kunne vise om samfunnene på indre kyst er i forbedring.

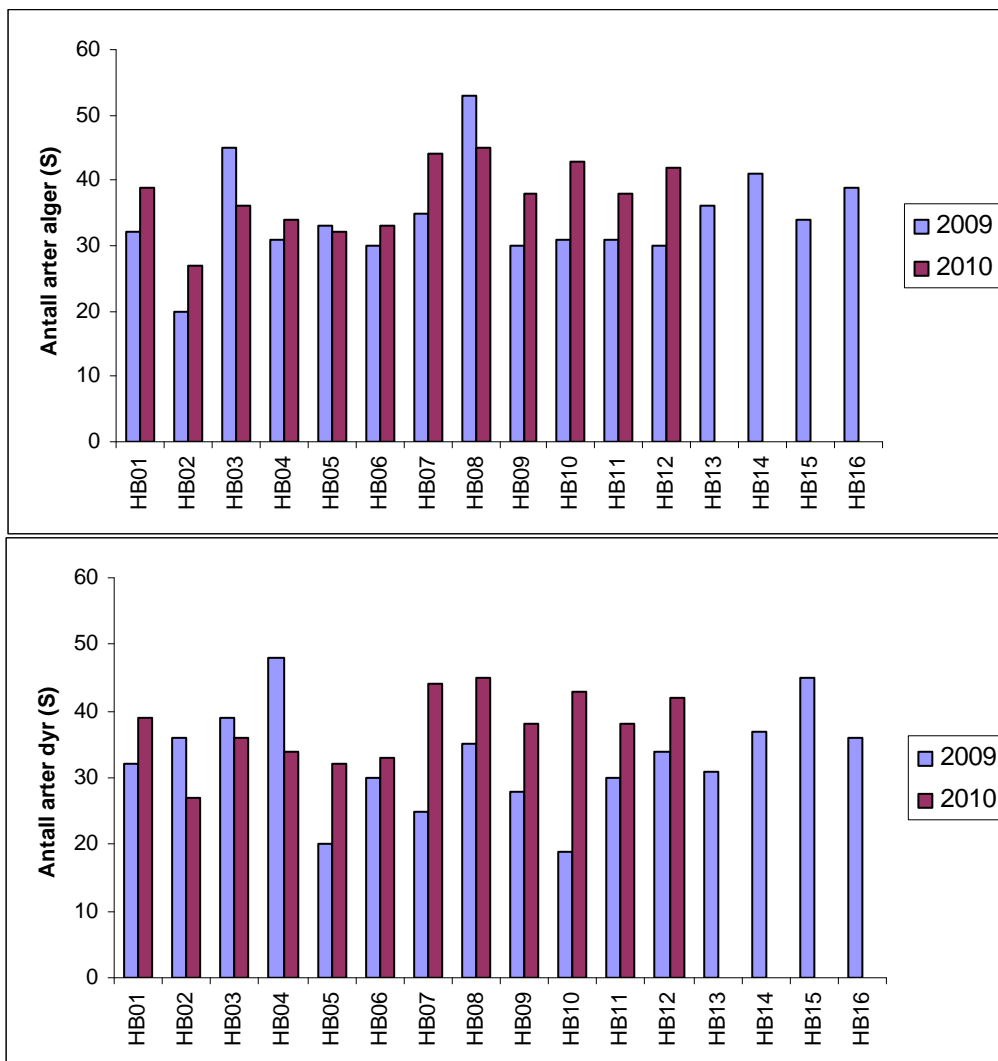


Figur 5.6. Totalt antall arter (taxa) alger og dyr som ble registrert i hardbunnssamfunn på grunt vann på indre kyst av Sør-Norge i august 2009 og juni 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.



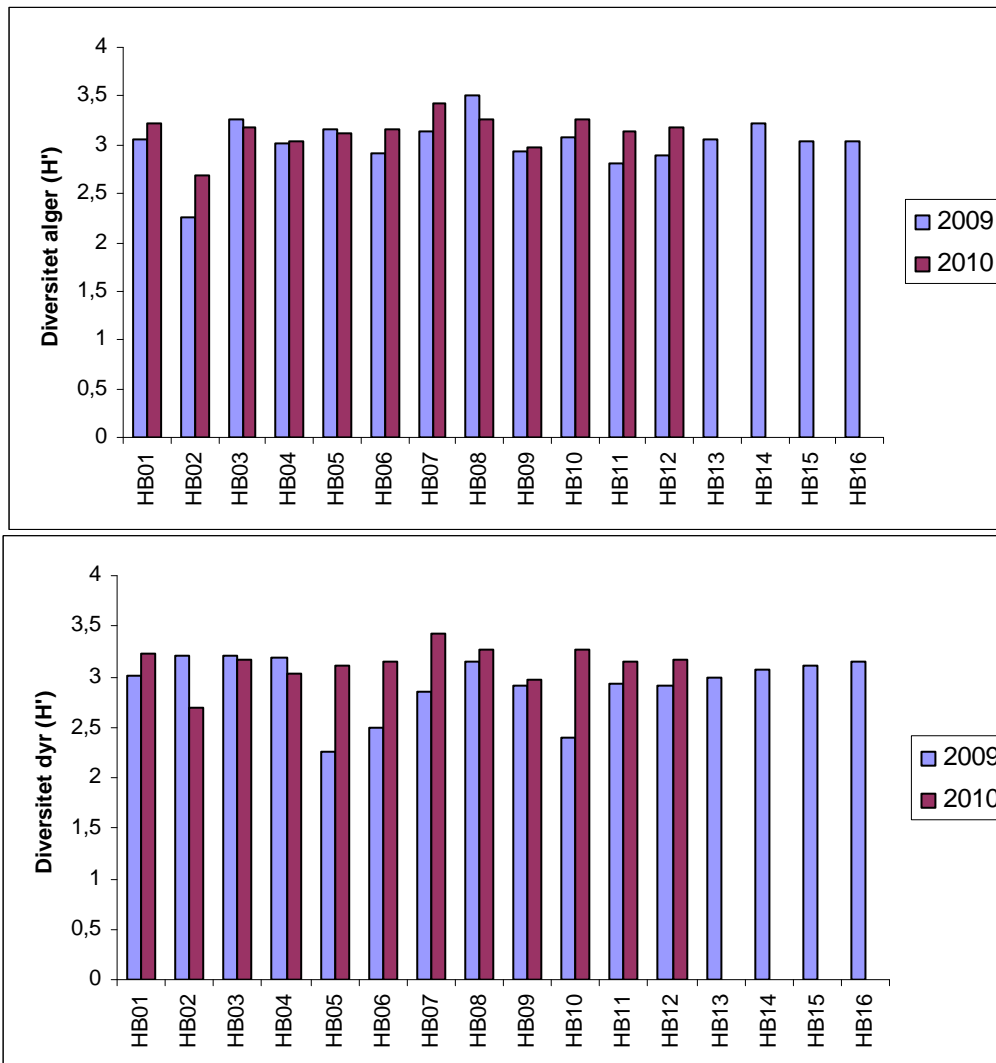
Figur 5.7. Biologisk mangfold i hardbunnssamfunn på grunt vann på indre kyst av Sør-Norge i august 2009 og juni 2010. Biomangfold er basert på Shannon-Wiener indeks H' (\log_2) (Shannon & Weaver, 1963) hvor forekomst av alger og dyr er gitt som sum over dyppet av e^x hvor x er: 1=enkeltpunkt, 2= sjelden, 3=vanlig, 4=dominerende. Område Bergen og Sognefjorden ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

Både antallet arter alger (på HB5 og 6) og spesielt dyr var lavere på Sørlandet enn i Ytre Oslofjord og på Vestlandet (Figur 5.8). Stasjonene med lavest antall arter og biomangfold av dyr (Figur 5.9), var stasjoner med dårlig sukkertaretilstand (HB5 og 10). Dette kan ha sammenheng med sukkertarens viktige funksjon som habitatbyggende art (levested for dyr, Christie et al. 2003, 2009). Antallet arter av alger var også lavt på HB2 i Ytre Oslofjord, og dette var også den stasjonen i Ytre Oslofjord med dårligst tilstand for sukkertare og mye sediment på bunnen (Figur 2.36). Flest algearter og høyest biomangfold av alger ble funnet på HB8 Korsviksfjorden ved Kristiansand. Her dominerte trådformede alger (figur 5.11), tilstanden for sukkertare var dårlig (tabell 5.1) og det var også her mye sediment på bunnen (Figur 2.36). Algematter av trådformede arter som erstatter sukkertare kan dermed være relativt artsrike.



Figur 5.8. Antall arter alger (øverst) og dyr (nederst) som ble registrert i hardbunnssamfunn på grunt vann på indre kyst av Sør-Norge i august 2009 og juni 2010. Område Bergen og Sognefjorden ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14:

Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.



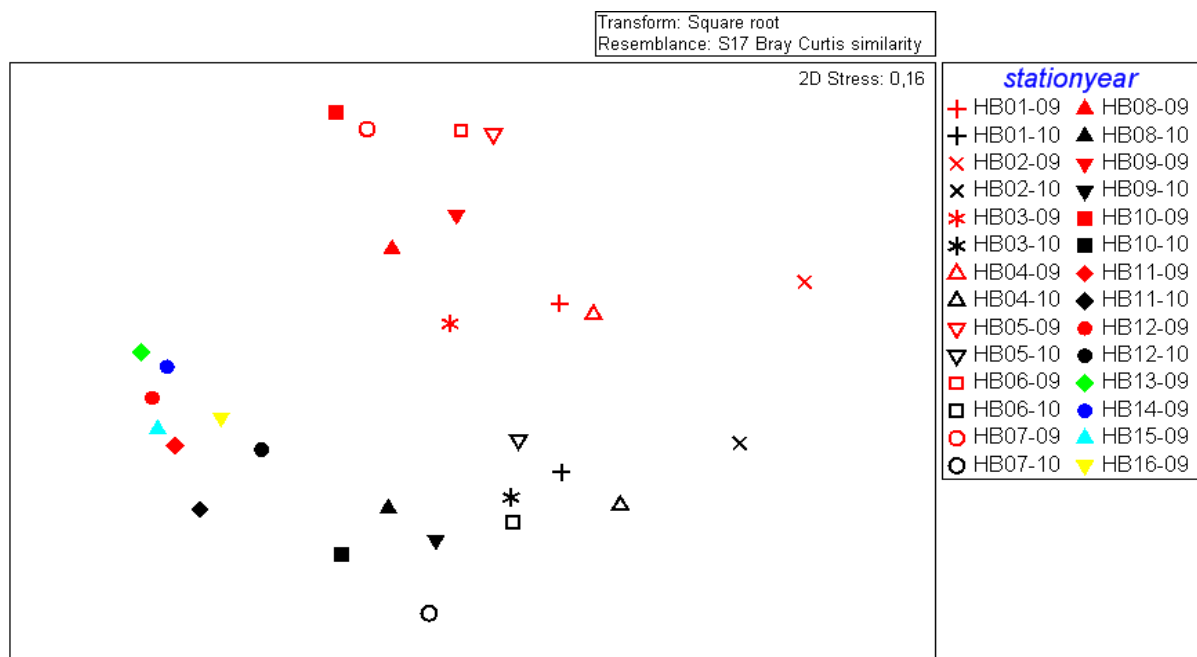
Figur 5.9. Biologisk mangfold av alger (øverst) og dyr (nederst) i hardbunnsamfunn på grunt vann på indre kyst av Sør-Norge i august 2009 og juni 2010. Biomangfold er basert på Shannon-Wiener indeks H' (\log_2) (Shannon & Weaver, 1963) hvor forekomst av alger og dyr er gitt som sum over dyppet av e^x hvor x er: 1=enkeltfunn, 2= sjelden, 3=vanlig, 4=dominerende. Område Bergen og Sognefjorden ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

5.3.1 Forskjeller på samfunnsnivå i 2009 og 2010

Forskjeller i hardbunnsamfunnet av alger og dyr på stasjonene på indre kyst i 2009 og 2010 er analysert. Samfunnsanalysen er basert på likhet mellom samfunnene beregnet ved multivariate analysemetoder spesielt utviklet for slike samfunnsvurderinger (Multi Dimensional

Scaling MDS, i PRIMER, Clarke & Warwick 1994). Disse analysene lager en likhetsmatrise basert på artssammensetning og artsforekomst. Ut fra likhetsmatrisen plottes resultatet slik at avstanden mellom punktene i plottet gjenspeiler graden av likhet mellom observasjonene. Hvert punkt representerer en stasjon med transektregistrering av alger og dyr, og punkter som ligger nær hverandre er mer like i artsammensetning enn punkter lengre unna. Den grafiske fremstillingen i et todimensjonalt plan er en forenklet framstilling for likheter i mange dimensjoner. Fordi det bare vises to dimensjoner (som Figur 5.10), beregnes en verdi (stressverdi) som viser graden av feil denne forenklingen medfører. En stressverdi på under 0,2 ansees som akseptabel, og plottet viser da et tilnærmet riktig bilde.

Likhet mellom samfunnene på hardbunn på hver stasjon i 2009 og 2010 er vist i Figur 5.10. Samfunnsanalysen viser en områdevis rangering fra Ytre Oslofjord til høyre i plottet mot vest til venstre i plottet. Dette gjenspeiler biogeografiske forskjeller i artsammensetningen i de ulike områdene. 2009-dataene (røde symboler) ligger høyere i plottet enn tilsvarende stasjoner fra 2010, og endringen mellom årene øker fra Ytre Oslofjord og vestover mot Sørlandet og HB10 i Tregde (lengre avstand mellom samfunn fra samme stasjon i 2009 og 2010). På Sør-Vestlandet var forskjellene mellom 2009 og 2010 mindre (HB11 og 12 i Stavangerområdet). Stor forskjell på Sørlandet skyldes ikke bare at flere arter ble registrert i 2010 enn 2009. En tilsvarende forskjell i artsantall ble også funnet i Ytre Oslofjord. Større årsforskjeller på Sørlandet må derfor knyttes til at endringene i artsammensetningene var størst på Sørlandet (Figur 5.11 og 5.12).



Figur 5.10. Likhet mellom hardbunnstasjoner (HB1-HB16) basert på artssammensetning (tilstedeværelse og mengde av makroalger og dyr) i 2009 (rødt) og 2010 (svart). HB13-16 ble bare overvåket i 2009 og har andre farger. Liten avstand mellom punkter betyr stor likhet. Sammenlikningen er basert på forekomst av taxagrupper i dybdeintervallet 4-22m. Stressverdien er 0,14 og indikerer at figuren gir en god framstilling av likheter mellom stasjoner og år. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12:

Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

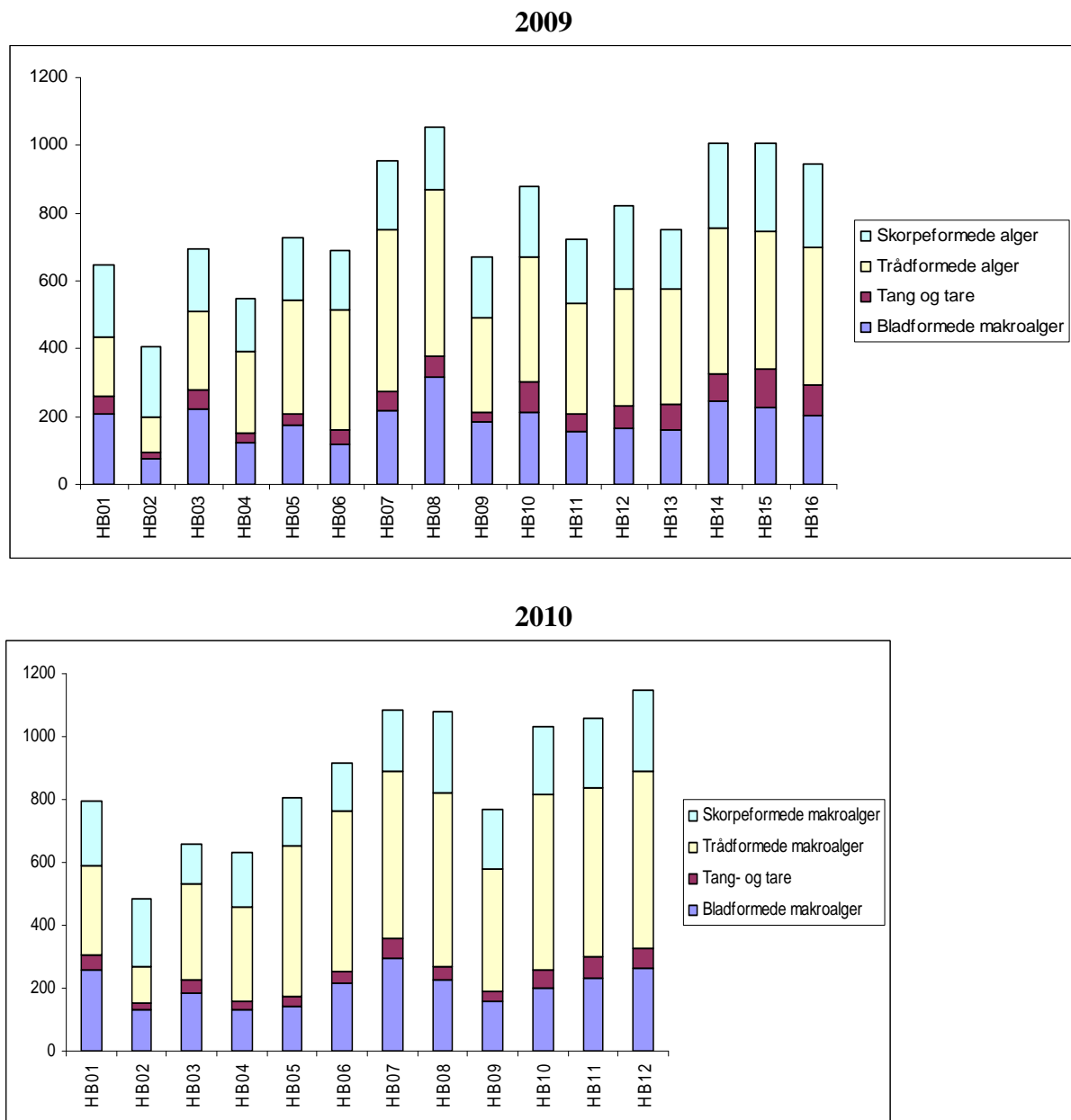
5.3.2 Forskjeller på artsnivå i 2009 og 2010

Makroalger

Endringer på samfunnsnivå er resultat av mange små endringer på artsnivå. Fordelingen av ulike organismegrupper (funksjonelle grupper) kan vise tilstanden på en lokalitet, ut ifra kunnskap om livsstrategi. Bladformede makroalger, og spesielt tang- og tarearter, er viktige habitatbyggende arter (Christie et al. 2009). De danner skoger som huser et rikt biologisk mangfold og er oppvekstområde for fisk. Mange av disse er flerårige, vokser langsomt og er følsomme for effektene av eutrofi, f eks. dårlige lysforhold. Mange trådformede alger er opportunistiske og hurtigvoksende konkurrenter til de flerårige habitatbyggende algene og kan indikere eutrofe forhold. Skorpeformede rødalger er følsomme for sedimentering og tåler i liten grad økt mengde partikler på bunnen.

En oppdeling i ulike grupper av makroalger viser større dominans av trådformede alger i algesamfunnet på Sørlandet og Vestlandet enn i de øvrige områdene (Figur 5.9). Denne dominansen er sannsynligvis en av årsakene til at det ble registrert lavere antall arter på Sørlandet enn i Ytre Oslofjord og på Vestlandet (Figur 5.7).

Det ble generelt funnet økende forekomster av alger på indre kyst fra Ytre Oslofjord og vestover. Andelen trådformede alger var stor fra Langesund (HB3-4) og sørover, og også på Vestlandet. I Ytre Oslofjord var andelen trådformede alger mindre og andelen skorpeformede alger større. Andelen tang og tare er lav i hele overvåkningsområdet (Figur 5.11).



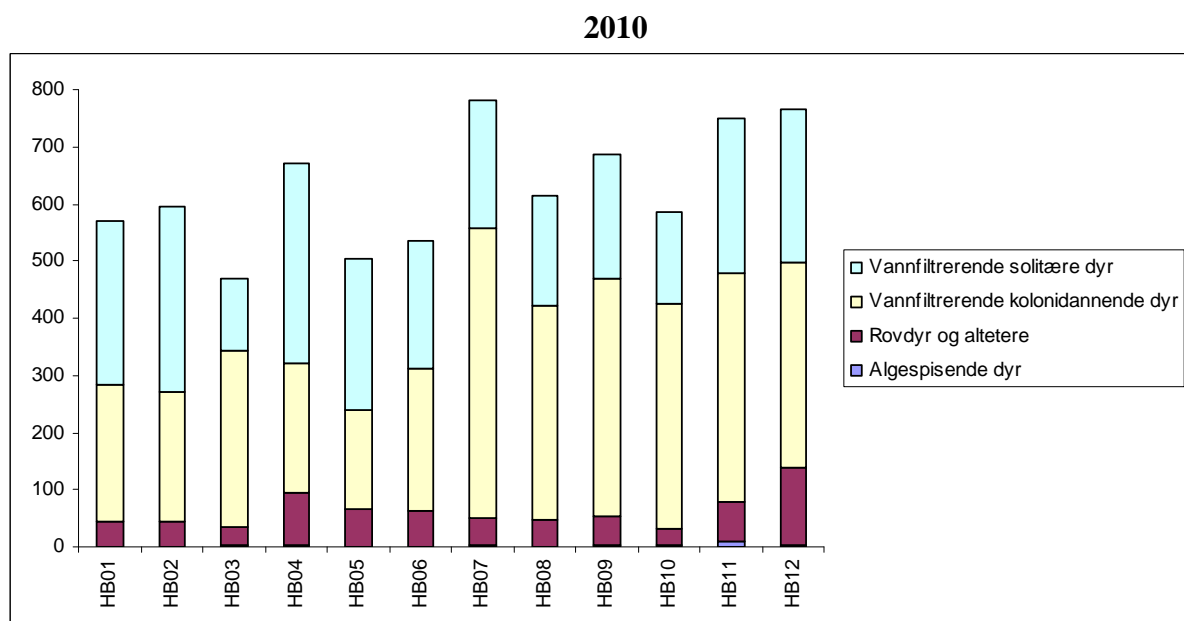
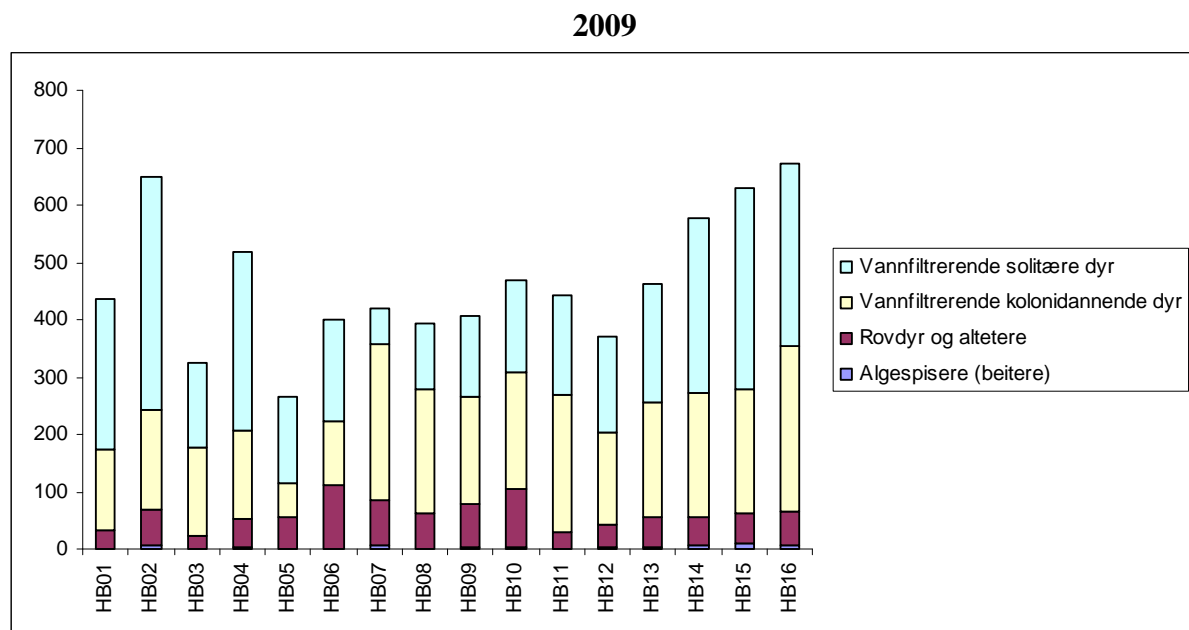
Figur 5.11. Forekomst av alger på overordnet artsnivå (funksjonelle grupper) på de ulike stasjonene i 2009 og 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

Makrofauna

Blant dyrene er beitere viktige for å holde de hurtigvoksende trådalgene i sjakk, og rovdyr er viktige strukturerende arter som bidrar til høyt biologisk mangfold. Vannfiltrerende dyr drar nytte av partikler i vannet. Disse forventes å respondere på mengde og kvalitet av partikler i vannet. Organiske og næringsrike partikler vil kunne virke positivt i moderate mengder, mens partikler med lavt næringsinnhold vil gi en "utvanningseffekt" av maten og redusere forholdene for disse dyrene. Ulike grupper har ulik livsstrategi. Vannfiltrerende og solitære sjøpunger formeres med pelagiske larver og kan raskt dra nytte av ledig substrat (f. eks. hvis algedekket reduseres). De anses for å ha en mer opportunistisk strategi i forhold til vannfiltrerende og kolonidannende sjøpunger som vokser lateralt og trenger lang tid og stabile forhold for å spre seg (Jackson et al. 1977).

Indre kystområder er dominert av vannfiltrerende solitære og spesielt kolonidannende dyr (Figur 5.12). Hovedårsaken til at de største endringene på samfunnsnivå på Sørlandet fra 2009 til 2010 var endringer i dyresamfunnene. Det ble registrert en økning i forekomstene av vannfiltrerende kolonidannende dyr og en nedgang i forekomstene av rovdyr.

Vinteren 2010 ble det registrert vann med temperatur under null helt ned på 21 m dyp; dette kan ha rammet dyresamfunnene. Økte forekomster av vannfiltrerende kolonidannende dyr kan indikere bedre forhold i kystvannet, men det er usikkert hva som eventuelt skyldes endrete forhold fra 2009 til 2010 og hva som skyldes ulikt innsamlingstidspunkt.



Figur 5.12. Forekomst av dyr på overordnet artsnivå (funksjonelle grupper) på de ulike stasjonene i 2009 og 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

5.3.3 Nedre voksegrense for andre alger

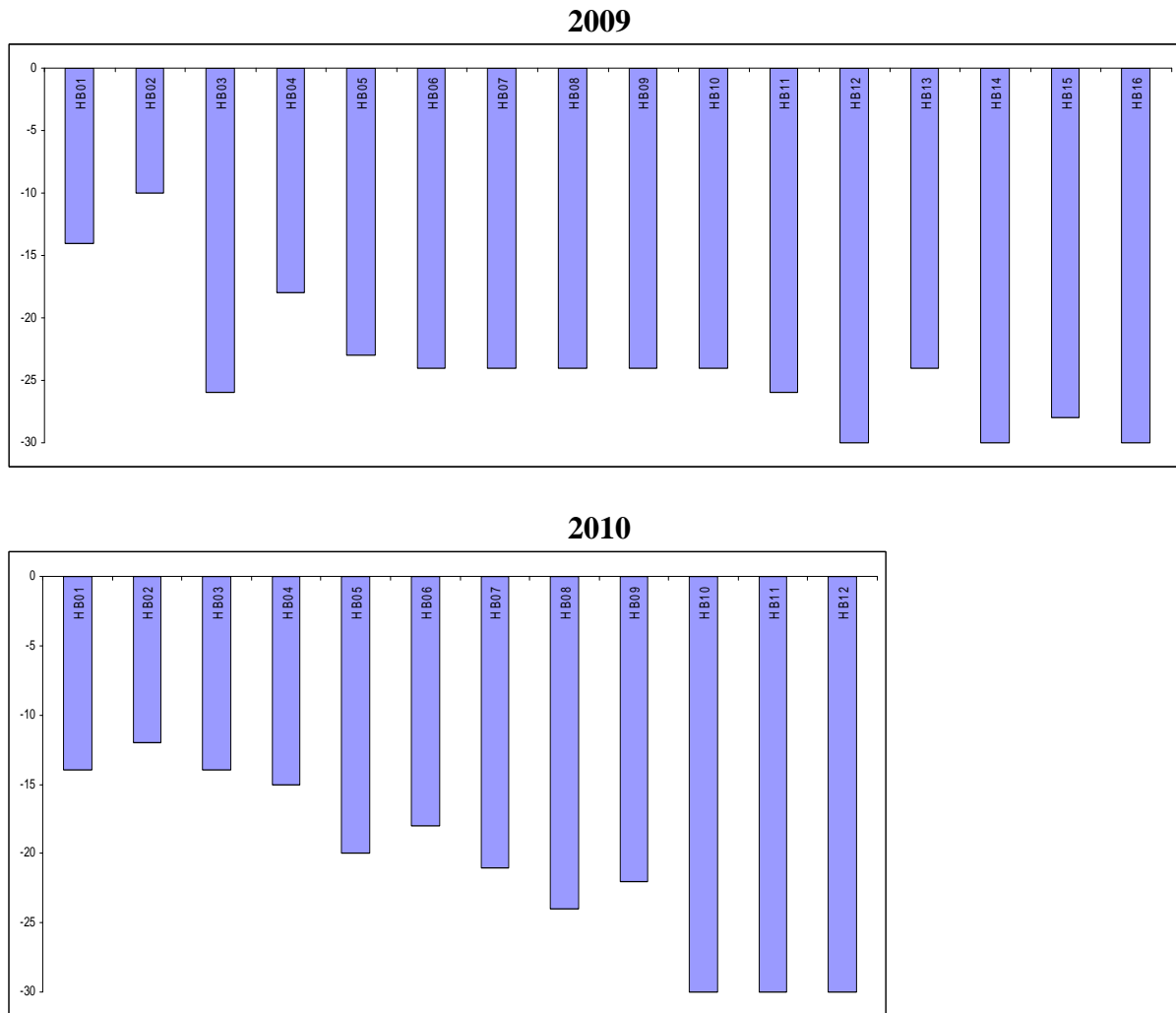
Det maksimale dypet hvor det er tilstrekkelig lys til at makroalger kan vokse (kompensasjonsdypet) er ofte et godt mål på hvor klart vannet over er. Siktdyp gir et øyeblikksbilde for måletidspunktet, mens nedre voksegrense for alger gir et gjennomsnittlig mål på vannets klarhet. Jo dypere lyset trenger ned, jo dypere kan algene vokse. Men siden algene trenger en viss tid, kanskje år, på å etablere en bestand, reflekterer deres nedre voksegrense en ”gjennomsnittlig” kvalitet. I tillegg må også andre faktorer som kan begrense nedre voksegrense tas i betraktning, for eksempel kråkebollebeiting som i Sør-Norge er mer intens i indre enn ytre områder (Norderhaug & Christie 2009).



Fagerving (*Delesseria sanguinea*) er en flerårig, bladformet alge som er egnet som indikatoralge for nedre voksegrense i den forstand at den vokser på alle overvåkingsstasjonene, er relativt stor og har et utseende som gjør den lett å identifisere i felt. Algens verdi som økologisk indikator er mer usikker. Flere forslag til biologiske kvalitets-evalueringssystem kategoriserer den som en indikator på god økologisk tilstand fordi fagerving er en bladformet rødalge. Men samtidig er økt

forekomst av fagerving blitt knyttet til eutrofi (Johansson et al. 1998), noe vi også har observert på bølgebeskyttede næringsbelastede områder. Svak eutrofi gir en gjødslingseffekt som mange alger responderer positivt på, men sterkere grad av eutrofiering fører til nedslamming og dårlig lystilgang til bunnfloraen. Det har negativ innvirkning på mange makroalger, deriblant fagerving. I Sukkertareovervåkingsprogrammet er nedre voksegrense målt i august i 2009 og i juni i 2010 mens den nedre voksegrensen vil være bestemt av vannkvaliteten og andre påvirkningsfaktorer i en lengre periode før registreringer finner sted (vår, vinter og høst og sommer året før, men dette varierer for ulike arter bl.a. etter livslengde). I Sukkertareovervåkingsprogrammet har vi definert nedre voksegrense til det dypeste dyp hvor fagerving minst har spredt forekomst. Enkeltindivider av fagerving kan vokse dypere, men det kan variere når en dykker oppdager og registrere forekomst av enkeltindivider. Til sammenlikning har vi derfor valgt det dyp hvor dykkeren registrerer spredt forekomst av arten.

Gjennomsnittlig nedre voksegrense for fagerving på hver stasjon i 2009 og 2010 er vist i Figur 5.13. Fagerving ble registrert dypere i 2010 enn i 2009 på flere stasjoner. Dette kan være et resultat av god vannkvalitet i 2010, men det kan også være et resultat av at undersøkelsen fant sted tidligere på året i 2010. Videre overvåking vil kunne gi svar på om vannkvaliteten i indre kystområder er i bedring.



Figur 5.13. Nedre voksegrense for rødalgen fagerving på stasjon HB1-16 i august 2009 og i juni 2010. HB13-16 ble ikke overvåket i 2010. HB1: Veslekalven, Fredrikstad, HB2: Brattøy Hvaler, HB3: Store Arøy, Langesund, HB4: Risøyodden, Larvik, HB5: Robbesvik, Risør, HB6: Tvillingholmen, Grimstad, HB7: Homborøy, Homborsund, HB8: Korsvikfjorden Kristiansand, HB9: Bertilsbukta, Kristiansand, HB10: Eigebekk, Tregde, HB11: Tingsholmen, Stavanger, HB12: Rossøy, Stavanger, HB13: Haugsneset, Fanafjorden, HB14: Langøya N, Raunefjorden, HB15: Geitevik, Dumbefjorden, HB16: Åfjorden Sogn og Fjordane.

6. Referanser

- Aure, J., Magnusson, J. 2008. Mindre tilførsel av næringssalter til Skagerrak. Kyst og havbruk 2008. s 28-30.
- Aure J, Danielssen D, Magnusson J. 2010. Langtransporterte tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord i 1996-2006. Fisken og Havet nr 4.
- Christie H, Jørgensen NM, Norderhaug KM, Waage-Nielsen E. 2003. Species distribution and habitat exploitation of fauna associated with kelp (*Laminaria hyperborea*) along the Norwegian coast. J Mar Biol Ass UK 83:687-699
- Christie H, Norderhaug KM, Fredriksen S. 2009. Macrophytes as habitat for fauna. Mar Ecol Prog Ser 396:221-233.
- Clarke KR, Warwick RM. 1994. Change in marine communities. An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. 144 pp.
- Jackson, J.B.C. 1977. Competition of marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. Amer. Nat. 111(980):734-767.
- Johansson, G., Eriksson, B.K., Pedersén, M., Snoeijs, P., 1998. Long-term changes of macroalgal vegetation in the Skagerrak area. Hydrobiologia 385, 121-138.
- Moy F, Alve E, Bogen J, Christie H et al 2006. Sukkertareprosjektet Statusrapport 1. NIVA rapport 5265.
- Moy F. 2007. Sukkertareprosjektet. Statusrapport nr. 2. NIVA rapport 5344. 1-60.
- Moy F, Christie H, Alve E, Steen H. 2008. Sukkertareprosjektet. Statusrapport nr. 3. NIVA rapport 5585. 1-74.
- Moy, F., Christie, H., Stten, H., Stålnacke, P., Aksnes, D., Alve, E., Aure, J., Bekkby, T., Fredriksen, S., Gitmark, J, Hackett, B, Magnusson, J, Pengerud, A, Sjøtun, K, Sørensen, K, Tveiten, L, Øygarden, L, Åsen, PA, 2008. Sluttrapport fra Sukkertareprosjektet 2005-2008. Final report from the Sugar Kelp Project 2005-2008. NIVA-rapport l. nr OR-5709. 131 s.
- Moy, F., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Johnsen, T.M., Lømsland, E.R., Magnusson, J., Omli, L. Oug, E., Pedersen, A., Rygg, B., Walday, M., 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. 10-årsrapport 1990-1999 SFT-rapport 848/02. TA-1883/2002. NIVA-rapport 4543. 136s.
- Naustvoll, L J, Selvik, J R, Sørensen, K & Walday, M. 2010. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og vannmasseundersøkelser 2009. Fagrapport. NIVA rapport LNR 5934-2010.
- Norderhaug KM, Ledang AB, Trannum HC, Bjerkeng B, Aure J, Falkenhaus T, Folkestad A, Johnsen T, Lømsland E, Omli L, Rygg B, Sørensen K. 2011. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. NIVA rapport 6134.
- Norderhaug KM, Moy F, Aure J, Falkenhaus T, Johnsen T, Lømsland E, Magnusson J, Omli, L, Pedersen A, Rygg B. 2009. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2008. Long-term monitoring of environmental quality in the coastal regions of Norway. Rapport for 2008. NIVA report 5796. 1-97.
- Norderhaug KM, Jan Aure, Tone Falkenhaus, Torbjørn Johnsen, Evy Lømsland, Jan Magnusson, Frithjof Moy, Lena Omli, Brage Rygg, Hilde Cecilie Trannum. 2010. Long-term monitoring of environmental quality in the coastal regions of Norway. Report for 2009. Klif report TA-2628. 1-112.

- Norderhaug KM, Christie H. 2009. Sea urchin grazing and kelp re-vegetation in the NE Atlantic. *Mar Biol Res* 5:515-528.
- Norderhaug KM, Christie H, Fosså JH, Fredriksen S. 2005. Fish-macrofauna interactions in a kelp (*Laminaria hyperborea*) forest. *J Mar Biol Ass UK*. 85:1279-1286
- SFT. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning . Forfattere: Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. SFT-veiledning nr. 97:03, TA 1467/97. 36 s.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Sjøtun K, 1990. Undersøkingar av tare og tareskog, med særlig vekt på årssyklus hos sukkertare (*Laminaria saccharina*) frå Vestlandet. *Blyttia* 48:39-44.
- Sjøtun K, 1993. Seasonal lamina growth in two age groups of *laminaria saccharina* (L.) Lamour in western Norway. *Botanica marina* 36:433-441.
- Syvertsen EE, Gabestad H, Bysveen I et al. 2009. Vurdering av tiltak mot bortfall av sukkertare. Klif rapport 2585. 96 pp
- Åsen PA. 2006. Trekk fra den marine benthosalgvegetasjonen fra Kristiansandsfjorden til Jøssingfjorden – med spesiell referanse til sukkertare (*Laminaria saccharina*) og butare (*Alaria esculenta*). Agder naturmuseums rapportserie 2006-4. 35 pp.



Statlig program for forurensningsovervåking
Sukkertareovervåkingsprogrammet



Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo - Besøksadresse: Strømsveien 96
Telefon: 22 57 34 00 - Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@Klif.no - Internett: www.Klif.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning – NIVA	ISBN-nummer 978-82-577-5870-7
---	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Kjell Magnus Norderhaug	Kontaktperson Klif Pål Inge Hals	TA-nummer TA-2776/2011
---	-------------------------------------	---------------------------

	År 2011	Sidetall 80	Klifs kontraktnummer 5010054
--	------------	----------------	---------------------------------

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport 6135-2011	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet
--	--

Forfatter(e) Kjell Magnus Norderhaug ¹ , Lars Naustvoll ² , Anna Birgitta Ledang ¹ , Birger Bjerkeng ¹ , Janne K. Gitmark ¹ <small>1)NIVA 2)HI</small>

Tittel - norsk og engelsk Miljøovervåking av sukkertare langs kysten. Sukkertareovervåkingsprogrammet 2009-2010. Årsrapport for 2009 og 2010. Sugar kelp monitoring in the coastal regions of Norway. Report for 2009 and 2010.

Sammendrag Årsrapporten fra Sukkertareovervåkingsprogrammet beskriver tilstanden til sukkertare og miljøstatus i kystvannet på indre kyst i Sør-Norge i 2009 og 2010. I 2009 var NAO-klimaindeksen svakt negativ og i 2010 sterkt negativ. I Ytre Oslofjord og på Sørlandet var det vinterperioder med sjøtemperatur under 0 °C ved 4 meters dyp. Det kan være under tålegrensen for mange organismer. Den totale vannføringen i Glomma avvek i 2010 lite fra normalen, men var mindre enn 2009. På Vestlandet var vannføringen lav vinterstid. Det ble registrert mer sediment på bunnen i Skagerrak enn på Vestlandet. For overvåkningsstasjonene i Skagerrak resulterte en vannutskiftnings-episode på vinteren 2009-2010 i økte næringssaltkonsentrasjonen i første halvdel av året. For alle stasjonene i Skagerrak fant våroppblomstringen i 2010 sted i slutten av januar. Klassifisering basert på næringssalter viser at de fleste stasjonene er i tilstandsklasse I eller II (meget god til god). Klassifisering ved bruk av siktdyp og oksygenkonsentrasjon ga varierende klasse. Helt siden det skjedde et regimeskiftet på 1990-tallet har tilstanden for sukkertare generelt sett vært dårlig på indre kyst i Skagerrak og deler av Vestlandskysten. Tilstanden for sukkertare på indre kyst er generelt litt bedret siden sukkertareprosjektets siste undersøkelser. To kalde år på rad kan ha bidratt til dette. Det biologiske mangfoldet var lavere i indre deler av Sørlandskysten enn i Ytre Oslofjord og på Vestlandet. Dette kom av lavere antall arter og større dominans av trådformede alger på Sørlandet enn i de andre områdene. Det ble funnet størst endringer i samfunnene på Sørlandet fra 2009 til 2010. Hovedsakelig var dette endringer i dyresamfunnene.
--

4 emneord Langtidsovervåking Eutrofiering Klimaendringer Sukkertare	4 subject words Long-term monitoring Eutrophication Climatic change Sugar kelp
---	--



Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@klif.no

www.klif.no

Om Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.